

Risto Vuorinen

Koivun, kuusen ja männyn tuotos viljavalla turvemaapellolla

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike- ja maatalous

Metsätalouden tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalous

Tekijä: Risto Vuorinen

Työn nimi: Koivun, kuusen ja männyn tuotos viljavalla turvemaapellolla

Ohjaaja: Antti Väätäinen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyössä tutkittiin hieskoivun, rauduskoivun, kuusen, mustakuusen ja männyn menestymistä metsitetyllä turvemaapellolla. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään parhaiten menestyneet puulajit. Aineisto kerättiin Ähtärissä Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevalta vuonna 1997 metsitetyltä pellolta.

Tutkimuksessa tehtiin alueelle suorakaidekoealat, joilta mitattiin puusto. Mittaustulosten perusteella laskettiin puuston tämänhetkinen runkopuu- ja biomassatuotos. Koivujen ja männyn tuotos simuloitiin kiertoajan loppuun. Kuusi ja mustakuusi jätettiin pois simuloinnista heikon lähtötilanteen vuoksi.

Rauduskoivun tuotos 18 vuoden aikana oli $41 \text{ m}^3/\text{ha}$, männyn $35 \text{ m}^3/\text{ha}$, hieskoivun $28 \text{ m}^3/\text{ha}$, kuusen $12 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja mustakuusen $9 \text{ m}^3/\text{ha}$. Rauduskoivun kiertoajan keskituotos oli $4,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$, männyn $3,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$ ja hieskoivun $3,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$. Tutkimuksessa on käsitelty ainoastaan yhtä peltolohkoa. Näiden tulosten perusteella ei voida yksiselitteisesti päätellä, mikä puu kasvaa parhaiten viljavalla turvemaalla. Pellonmetsitystä suunniteltaessa on tärkeää tutkia metsitetävän kohteen ominaisuudet tarkkaan ennen kuin valitsee istutettavaa puulajia.

Avainsanat: hieskoivu, kuusi, mustakuusi, mänty, pellonmetsitys, rauduskoivu, turvemaat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of food and agriculture

Degree programme: Forestry

Author: Risto Vuorinen

Title of thesis: Birch, spruce and pine production in lush peatland field

Supervisor: Antti Väätäinen

Year: 2015

Number of pages: 40

Number of appendices: 2

In this study, the performance of downy birch, silver birch, spruce, black spruce and pine were researched. The growing site was afforested arable peat land. The study examined, which tree species are the best in terms of biomass production. The data was collected in the town of Ähtäri, in Southern Ostrobothnia province. The afforestation had been carried out in 1997.

In the study, experimental plots which had form of rectangle and their trees were measured. Basing on the measured data, current stem wood volume and biomass production were calculated. For birch and pine trees, biomass production of the whole turnover time was calculated. Spruce and black spruce trees were excluded due to their weak performance.

The total stem wood volume for the 18 year-old woods was 41 m³/ha for the silver birch, 35 m³/ha for the pine, 28 m³/ha for the downy birch, 12 m³/ha for the spruce and 9 m³/ha for the black spruce. The MAI were the following:

- 4,2 m³/ha/a for the silver birch
- 3,3 m³/ha/a for the pine
- 3,5 m³/ha/a for the downy birch

Only one field block was included in this study. Although the block can be considered as average in terms of growing conditions, it is still difficult to determine which tree species give the best output on a fertile peat land. When planning afforestation of agricultural lands, it is important to carefully investigate the soil etc. properties before the final selection of the tree species.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva- ja kuvioluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 TUTKIMUKSEN TAUSTA	9
2.1 Pellonmetsitys Suomessa.....	9
2.2 Turvemaapellon ominaisuudet	10
2.3 Painomaan merkitys turvemaapellon ravinnetalouteen.....	11
2.4 Puulajivalinta pellonmetsityksessä.....	12
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	14
3.1 Tutkimuksen kohde.....	14
3.2 Maastomittaukset.....	15
3.3 Tulosten laskentamenetelmät	19
4 TULOKSET	22
4.1 Runkopuun tuotos.....	22
4.2 Biomassatuotos	25
4.3 Runkopuun simuloitu tuotos kiertoajan loppuun	29
4.4 Biomassan simuloitu tuotos kiertoajan loppuun	31
4.5 Puuston tuotoksen rahallinen arvo.....	33
5 PÄÄTELMÄT.....	36
LÄHTEET	38
LIITTEET	40

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Lähestymiskartta.....	14
Kuva 2. Muokkauskerroksen poikkileikkaus.....	15
Kuva 3. Koealakartta.....	16
Kuva 4. Männikkö	17
Kuva 5. Kuusikko	17
Kuva 6. Mustakuusikko	18
Kuva 7. Hieskoivikko.....	18
Kuva 8. Rauduskoivikko.....	19
Kuvio 1. Pellonmetsitysmäärät vuosina 1969–2013.....	9
Kuvio 2. Turvemaapellon ravinteiden kokonaismäärät muokkauskerroksessa	11
Kuvio 3. Runkotilavuus	22
Kuvio 4. Käyttöpuun osuus kuutiometreinä.....	23
Kuvio 5. Käyttöpuun osuus prosentteina.....	23
Kuvio 6. Runkoluku	24
Kuvio 7. Simuloitu runkotilavuus 1800 r/ha	25
Kuvio 8. Maanpäällinen biomassa	26
Kuvio 9. Runkopuun biomassa	27
Kuvio 10. Latvusmassa.....	28
Kuvio 11. Runkopuun osuus prosentteina	28

Kuvio 12. Runkopuun kokonaistuotos kiertoajan loppuun.....	29
Kuvio 13. Runkopuun kokonaistuotos puutavaralajeittain	30
Kuvio 14. Runkopuun keskimääräinen vuosituotos.....	31
Kuvio 15. Biomassan kokonaistuotos kiertoajan loppuun	32
Kuvio 16. Biomassan kokonaistuotos, runkopuu ja latvusmassa eroteltuna	32
Kuvio 17. Biomassan keskimääräinen vuosituotos	33
Kuvio 18. Puuston arvo mittaushetkellä	34
Kuvio 19. Puuston nettotulojen nykyarvo, 3 %	35

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kuivatuoretiheys	Puun massan määrä tilavuusyksikköä kohti (kg/m^3).
Painomaa	Turvemaapellolle maanparannuksen vuoksi lisätty kivennäismaa.
Simulointi	Olennaisten ominaisuuksien kuvaaminen mallin avulla.
Tallmeter	Puiden läpimitan mittauksessa käytettävä mittausväline.
Vertex	Puiden pituusmittauksessa käytettävä mittausväline.

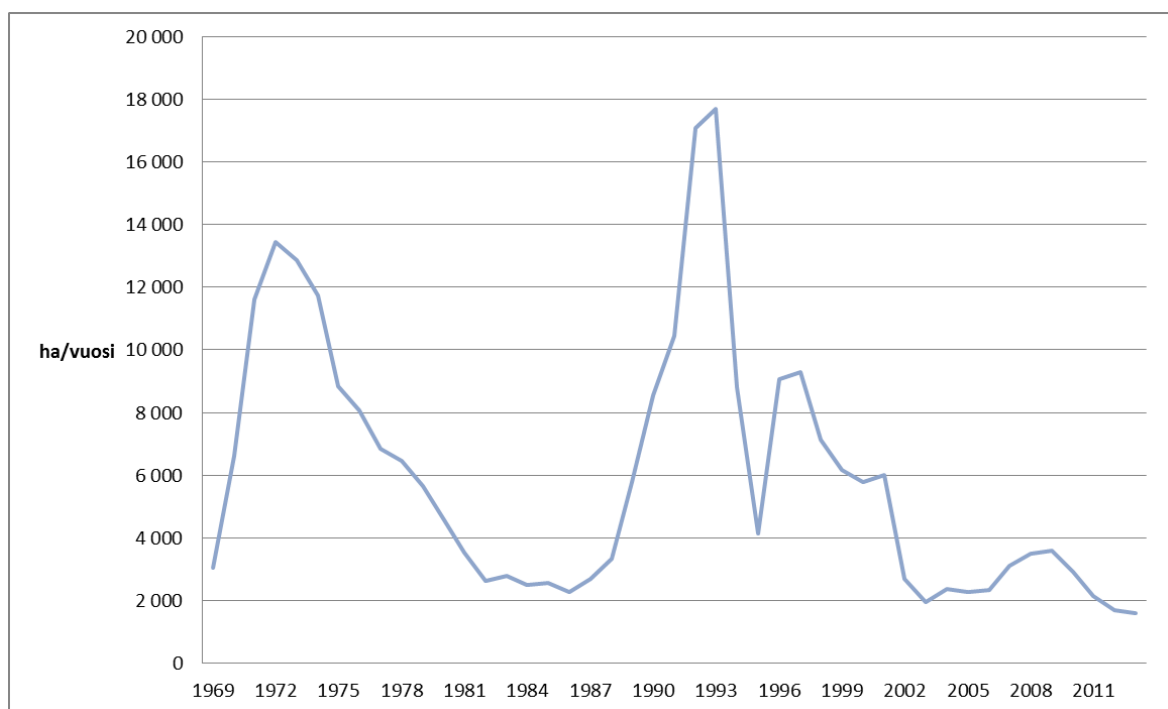
1 JOHDANTO

Suomessa on metsitetty paljon pelloja 1960-luvulta lähtien. Metsitetyistä pelloista suuri osa on ollut turvemaita, mikä korostuu erityisesti Etelä-Pohjanmaalla. Turvemaapellojen metsitystä on tutkittu Metsäntutkimuslaitoksen toimesta, mutta tuotostutkimuksia on niukasti. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitkä puulajit ovat menestyneet parhaiten metsitetyllä turvemaapellolla. Tavoitteena on, että tutkimuksen tuloksia voitaisiin hyödyntää suunniteltaessa pellonmetsitystä turvemaille. Toisena tavoitteena on, että tutkimuksen koealoista muodostuisi havaintokohde pellonmetsitykseen. Tätä tavoitetta tukee alueen hyvä saavutettavuus perinteikkään Tuomarniemen metsäkoulun läheisyydessä. Lähistöllä on myös lannoituskoesarjoja, joiden kanssa yhdessä tätä koealaa voitaisiin käyttää turvemaiden tutkimuksessa sekä opetuksessa yhtenä kokonaisuutena. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Metsänhoitoyhdistys Suomenselkä. Yksityinen maanomistaja on tarjonnut omistamansa metsitetyn turvemaapellon käyttöön koealojen tekoa ja mittauksia varten. Kiitän toimeksiantajaa, maanomistajaa, ohjaavaa opettajaa, mittausapulaisia ja kaikkia henkilöitä, jotka ovat mahdollistaneet tämän työn valmistamisen.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA

2.1 Pellonmetsitys Suomessa

Pellonmetsitys on huomattava maankäyttömuodon muutos, jossa peltomaata poistetaan maatalouden käytöstä (Wall 1998, 443). Maatalouden ylituotanto on kasvatanut aika ajoin peltoalan vähentämistarvetta. Suomessa on tuettu peltojen metsitystä julkisin varoin vuodesta 1969 lähtien. Pellonmetsitysten määrä on vaihdellut pellonmetsitysohjelmien ja niihin liittyvien palkkioiden muutosten mukaan. (Selby, Petäjäistö & Koskela 2002, 643.) 1960-luvun jälkeen peltoja on metsitetty yli 260 000 hehtaaria. Vuosittaiset metsitysmäärät ovat vaihdelleet 1970-luvun ja 1990-luvun huippuvuosista, jolloin metsitettiin yli 10 000 hehtaaria vuoden 2013 1608 hehtaariin. (Kuvio 1.) Peltojen metsityksessä istutus on ollut vallitseva käytäntö 1960-luvulta lähtien (Aarnio & Rantala 1999, 34).



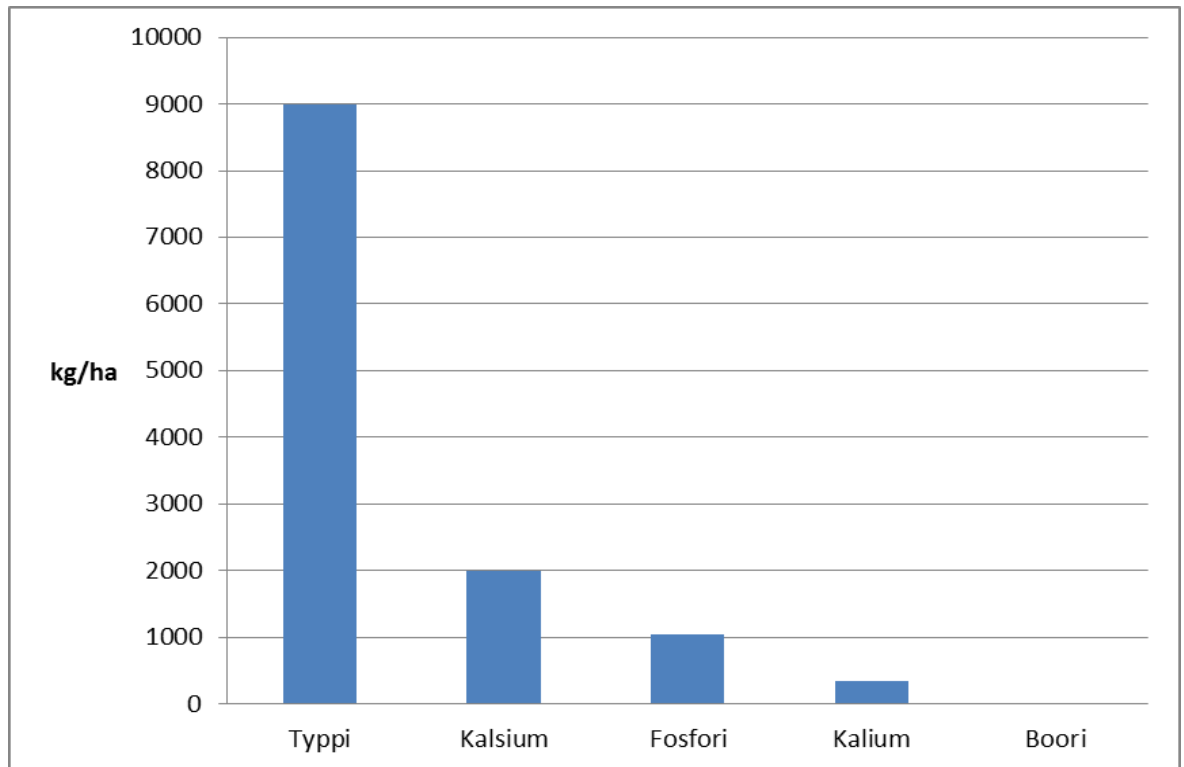
Kuvio 1. Pellonmetsitysmäärät vuosina 1969–2013
(Metsätilastollinen vuosikirja 2014.)

2.2 Turvemaapellon ominaisuudet

Noin 20 % Suomen pelloista on entistä turvemaata, joista suurin osa on viljelyn ja maanparannuksen ansiosta muuttunut multapelloiksi. Useimmat pellot ovat korkean ravinteisuutensa takia hyvin puuta tuottavia alueita. (Valkonen 2008, 162–163.) Pellot ovat yleensä raivattu ravinteikkaimmista metsämaista. Lisäksi erilaiset maanparannustoimet ovat lisänneet peltojen viljavuutta. (Wall 1998, 444.)

Peltomaa jaetaan yleensä kahteen eri kerrokseen, muokkauskerrokseen ja pohjamaahan. Muokkauskerroksen paksuus vaihtelee hieman esimerkiksi maanmuokkauksessa käytettyjen koneiden erilaisuudesta johtuen, mutta yleensä se ulottuu maanpinnasta noin 20 senttimetrin syvyyteen. Turvepohjainen multamaa on kehittynyt paksuturpeisesta suosta, jonka muokkauskerros on muokkautunut multamaaksi. (Wall & Heiskanen 1995, 133–148.) Wallin ja Heiskasen (1995) tekemässä tutkimuksessa osoittautui, että turvemaassa oli tyypeä kaksinkertainen määrä vastaavaan kivennäismaahan verrattuna. Kalsiumia ja fosforia oli puolet ja kaliumia vain kymmenesosa vastaavan kivennäismaan määrästä. Boorin määrä turvemaassa oli tutkimuksen perusteella kuudesosa kivennäismaan määrästä. Keski-Pohjanmaalta kerätyn aineiston mukaan turvemaapellolla oli tyypeä keskimäärin 9000 kg/ha, kalsiumia 2000 kg/ha, fosforia 1050 kg/ha kaliumia 350 kg/ha ja booria 1 kg/ha. (Kuvio 2.) Tutkimuksessa todettiin myös, että typen osuuden lisääntyessä muiden ravinteiden määrä väheni. Samassa tutkimuksessa turvemaan keskimääräiseksi pH-arvoksi osoittautui 4,5. Tutkimuksessa osoitettiin myös, että turvemaan vedenpidätyskyky oli suurempi kuin kivennäismaan.

Turvemaapellon ravinnemäärien määrittely on erittäin hankalaa pellonmetsitystä suunniteltaessa, kuten kivennäismaapelloillakin. Turvemaapelloilla ravinteiden epätasapaino sekä runsastyyppisyys vaikeuttavat ravinteiden arviointia entisestään. Saattaa myös olla, että ravinnemäärät vaihtelevat myös peltolohkon sisällä. Ravinnemääriin vaikuttaa moni asia, kuten esimerkiksi viljelyn vuoksi tehty maanmuokkaus, lannoitus, kalkitus, kivennäismaalisäys ja maanviljelyn lopettamisajankohta (Wall & Heiskanen 1995, 133–145). Näin ollen ei peltolohkojen vertailun eikä aiempien metsitystulosten tarkastelun perusteella voida tehdä välttämättä oikeita ratkaisuja. Turvemaapeltojen suuri vedenpidätyskyky korostaa toimivan ojituksen tärkeyttä turvemaapeltojen metsityksessä.



Kuvio 2. Turvemaapellon ravinteiden kokonaismäärät muokkauskerroksessa (Wall & Heiskanen 1995)

Maanviljelyn vaikutus näkyy yleensä ympäröiviä metsiä korkeampana pH:na ja suurempana kalsiumin ja fosforin pitoisuutena vielä pitkään viljelyn lopettamisen jälkeen. Kalkituksen seurauksena maan pH nousee. Tämä lisää boorin sitoutumista maahan ja näin estää puiden boorin saantia. Ravinneperäiset kasvuhäiriöt liittyvät useimmiten typen runsauteen, boorin puutteeseen ja ravinteiden epätasapainoon. (Hytönen & Niemistö 2008, 86.)

Aarnion ja Rantalan (1999) tekemän simuloinnin mukaan ainespuun keskimääräinen vuosikasvu Etelä-Pohjanmaan turvemaapellolla on $4,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$. Keskimääräinen kiertoaika on 67 vuotta. Suosituksena on 0–1 harvennusta runkoluvusta riippuen. Edellä mainittuja lukuja tarkasteltaessa on huomioitava, että ne koskevat ainoastaan hieskoivikoita, joten niiden perusteella ei voida tehdä suoria päätelmiä muiden puulajien kasvusta. (Aarnio & Rantala 1999, 29–30.)

2.3 Painomaan merkitys turvemaapellon ravinnetalouteen

Turvemaapelloilla on aikoinaan käytetty yleisesti maanparannusaineena painomaaksi kutsuttua kivennäismaata. Painomaan vaikutus maan fysikaaliseen koos-

tumukseen näkyy selvimmin muokkauskerroksessa. Kivennäismaan lisääminen on nostanut maan tiheyttä sekä tuhkapitoisuutta. Turvemaapelloilla painomaan lisäys on lisännyt fosforin, kaliumin, magnesiumin, mangaanin, raudan ja sinkin kokonaismääriä. Runsas painomaan lisäys muuttaa entisten turvemaapeltojen koostumusta niin, että muokkauskerroksen maalaji muuttuu turvemaasta multamaaksi. (Wall & Hytönen 1996, 73–80.) Hytösen ja Wallin (1997) mukaan metsitettyjen peltöjen muokkauskerroksen tiheys oli kolminkertainen viereisten suometsien vastaavaan maakerrokseen verrattuna, mikäli painomaata oli käytetty maanparannusaineena. Heidän tutkimuksensa mukaan ilman painomaan käyttöäkin viljely on muuttanut maan ravinnetaloutta selvästi. Saman tutkimuksen mukaan maanviljelyn aiheuttamat muutokset turpeen fysikaalisissa ja kemiallisissa ominaisuuksissa ovat niin suuria, että kasvupaikan alkuperäinen kasvupaikkatyyppi ei palautune pitkänkään ajan kuluessa. (Hytönen & Wall 1997, 36–39.)

2.4 Puulajivalinta pellonmetsityksessä

Peltomaan kasvupaikkaluokittelu on vaikeaa, koska pellot ovat metsämaista selvästi poikkeava kasvupaikkaryhmä, vaikka useimmat pellot ovatkin metsämaasta raivattuja. Peltomaiden rinnastaminen metsää kasvaviin kangas- tai turvemaihin on ongelmallista, koska maanviljelystoimet ovat muuttaneet pellon ominaisuuksia. Metsitettyjen peltöjen kasvupaikkaluokittelu metsätyyppeihin pintakasvillisuuden perusteella on myös ongelmallista, koska metsitettyjen peltöjen kasvillisuus muodostuu aluksi peltokasveista. Metsäkasvien osuus kasvaa sukkession edetessä hitaasti. (Wall 1998, 443–447.) Erityisesti turvemaiden esiintyvä runsastyyppisyys, mahdollinen kalkitus ja ravinteiden epätasapaino hankaloittavat kasvupaikkaluokittelua entisestään. Myöskään ympäröivien metsien perusteella ei voida tehdä päätelmiä peltöjen ravinnetaloudesta, koska viljely vaikuttaa peltomaan ominaisuuksiin merkittävästi. (Hytönen & Wall 1997, 34–39.)

Yleisimmät pellonmetsityksessä käytetyt puulajit ovat kuusi ja rauduskoivu sekä aiemmin enemmän viljelty mänty. Yleisten pellonmetsitysohjeiden mukaan rauduskoivua ei suositella turvemaiden. Männulle useimmat pellot ovat taas suositusten mukaan liian ravinteisia. (Valkonen 2008, 162–163.) Metsänhoidon suositusten

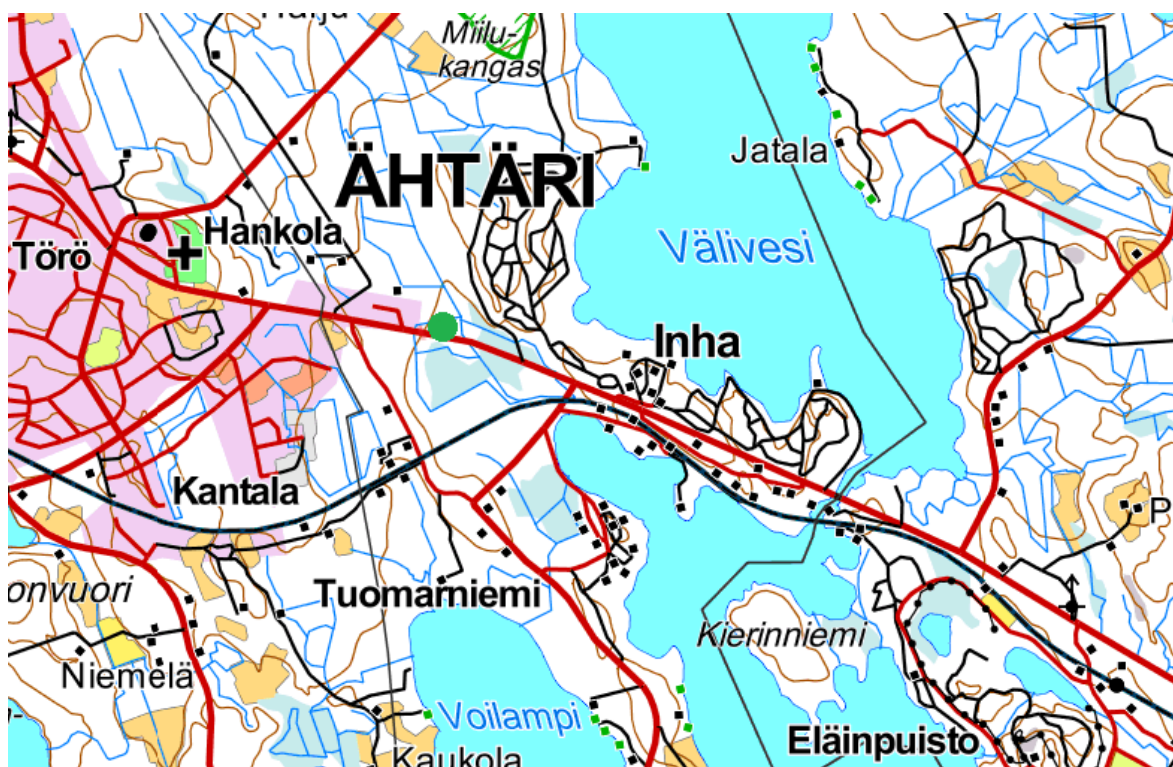
mukaan hallanaroilla turvemaapelloilla voidaan harkita hieskoivun kasvatusta. Metsänhoidon suositukset tukevat kuusen istutusta reheville turvemaapelloille. (Äijälä ym. 2014, 114–116.) Hieskoivulla on hyvät selviytymismahdollisuudet veden vaivaamilla ja hallanaroilla alueilla, joilla havupuiden istutukset yleensä epäonnistuvat. Hieskoivun viljelyä kannatta harkita pelloilla, joilla esiintyy ravinteiden epätasapainoa. Hieskoivu ei ole niin herkkä ravinnepuutoksille kuin havupuut ja rauduskoivu. (Aarnio & Rantala 1999, 26.)

Mustakuusi (*Picea mariana*) on Pohjois-Amerikasta kotoisin oleva havupuulaji. Se kasvaa levinneisyysalueensa eteläosissa soisilla korpimailla. Pohjoisempana se kasvaa myös kuivemmillä kangasmailla. Mustakuusen neulaset ovat lyhyitä ja siniharmaita. Sen kävyt ovat lyhyitä ja palleromaisia, ja niitä on jo nuorissa puissa tiiviinä ryppäinä puun latvassa. Mustakuusi on Suomessa yleensä hyvin menestyvä puulaji, mutta se on arka hyönteistuhoilille. Sitä on käytetty hallanarkojen turvemaiden metsityksessä, koska sille sopii myös hapan turvepitoinen maa. (Arboretum Mustila. *Picea mariana* – mustakuusi.)

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Tutkimuksen kohde

Tutkimusaineisto on kerätty Ähtärissä sijaitsevalta tilalta, jolla on metsitetty turve-
maapelto. Alue on ojitusmätästetty vuonna 1997 ja istutettu samana vuonna Tuo-
marniemen oppilaiden toimesta. Tila sijaitsee VT 18 varressa Inhantehtaantien
risteyksestä noin 600 metriä Ähtärin keskustaan päin tien pohjoispuolella. Koealat
sijaitsevat kartassa vihreän pallon kohdalla. (Kuva 1.) Alueelle on istutettu viittä eri
puulajia omiin koeruutuihinsa. Alueelle istutetut puulajit ovat rauduskoivu (*Betula*
pendula), hieskoivu (*Betula pubescens*), mänty (*Pinus sylvestris*), kuusi (*Picea*
abies) ja mustakuusi (*Picea mariana*).



Kuva 1. Lähestymiskartta
(Paikkatietoikkuna.fi.)

Metsitysala on kasvualustaltaan rehevää turvemaata. Alue on paksuturpeinen.
Turvekerroksen paksuus selvitettiin rassilla. Turvetta on koko alueella vähintään
yksi metri. Alueelle systemaattisesti tehtyjen maanäytehavaintojen perusteella on
päätelty, että alue on maapohjaltaan yhtenäinen ja pitkälle maatunut. Maatunei-
suusaste von Postin kymmenluokituksella arvioituna on H9. Jokaisesta havainto-

kohteesta löytyi painomaata. (Kuva 2.) Alueella on silmämääräisesti havaittavissa fosforin ja kaliumin puutosta. Kuusella ja mustakuusella on kasvua haittaavia hal-
lanvaurioita.



Kuva 2. Muokkauskerroksen poikkileikkaus

3.2 Maastomittaukset

Kullekin puulajille tehtiin omat suorakaidekoealat prisman ja mittanauhan avulla (Kuva 3). Koealojen pinta-ala vaihteli 274 m^2 ja 607 m^2 välillä. Koealojen tavoitteena oli $500\text{-}600 \text{ m}^2$, mutta se ei ollut joka puulajin kohdalla mahdollista, koska kaikki

istutusalat eivät olleet riittävän suuria. Kaikki istutetut nimenomaisen puulajin yksilöt mitattiin. Jokaisesta puuyksilöstä mitattiin rinnankorkeusläpimitta ja joka kolmannesta pituus. Läpimittojen mittauksessa käytettiin apuna kaulainta ja tallmetriä. Pituusmittauksessa käytettiin vertexiä. Puuston mittaukset on suoritettu männyn, rauduskoivun ja hieskoivun osalta 21.12.2014 ja kuusen sekä mustakuusen osalta 18.1.2015.



Kuva 3. Koealakartta
(Paikkatietoikkuna.fi.)

Koealojen numerointi on: 1. mänty, 2. kuusi, 3. rauduskoivu, 4. hieskoivu, 5. mustakuusi.



Kuva 4. Männikkö



Kuva 5. Kuusikko



Kuva 6. Mustakuusikko



Kuva 7. Hieskoivikko



Kuva 8. Rauduskoivikko

3.3 Tulosten laskentamenetelmät

Koealojen mittausdata on syötetty ForestCalc-ohjelmaan, joka tunnetaan myös suomenkielisellä nimellään MetsäMitta (Liite 1). MetsäMitta on puustotietojen laskemiseen kehitetty ohjelma. Ohjelmaan syötetään mittausdata, jonka pohjalta ohjelma laskee koealoille puustotietoja, kuten esimerkiksi pohjapinta-alan, keskiläpimitan, keskipituuden, runkoluvun ja kiintotilavuuden. MetsäMitta muodostaa puut-

tuville pituuksille arvot Näslundin pituuskäyrän perusteella. Tilavuuksien laskennassa käytetään Laasasenahon runkokäyräyhtälöitä. Ohjelmalla on myös erotettu käyttöpuun osuus kokonaistilavuudesta. Kuitu- ja tukkipuuprosentit on laskettu jakamalla kunkin puutavaralajin tilavuus kokonaistilavuudella. MetsäMitalla on laskettu myös puuston tämänhetkinen arvo. Ohjelman avulla eroteltiin käyttöpuun osuus kokonaistilavuudesta. Käyttöpuu tarkoittaa tässä yhteydessä kuitupuuta. Laskennoissa käytettiin kuidun minimiläpimittana 6 senttimetriä jokaisen puulajin kohdalla. Kuidun minimipituutena laskennoissa oli 2 metriä, jota ei ollut mahdollista muuttaa itse haluamaksi vaan se on MetsäMitta-ohjelman vakiomitta (ForestCalc).

Mittaushetken biomassan laskennassa käytettiin Repolan biomassayhtälöitä (2008; 2009), joilla voidaan laskea runkokohtaisesti biomassat puun eri osille sekä koko maanpäällinen biomassa. Excelillä suoritettussa laskennassa käytettiin yhtälöitä, joissa selittäjänä toimii läpimitta ja pituus. Yhtälöiden avulla on laskettu koko maanpäällisen biomassan tuotos sekä on laskettu erikseen rungon ja kuoren biomassa, joiden avulla on maanpäällisestä kokonaisbiomassasta eroteltu latvusmassan osuus. Kantoja ja juuria ei ole tässä tutkimuksessa huomioitu. Puuttuvat pituudet on laskettu Näslundin pituuskäyrän avulla. Runkopuuprosentit on laskettu jakamalla runkopuun tilavuus kokonaisbiomassalla.

Tulosten simuloinnissa metsikön kiertoajan loppuun on käytetty Metsäntutkimuslaitoksen tuottaman Motti-ohjelmiston versiota 3.2. Motti-ohjelma on Metsäntutkimuslaitoksen kehittämä metsiköiden kasvatuksen tarkasteluun kehitetty laskentaohjelma, joka tuottaa puuston kehitysennusteita kasvu- ja tuotusmallien avulla. Mallit perustuvat Metsäntutkimuslaitoksen laajoihin inventointiaineistoihin ja pitkään seurattuihin metsien käsittelykokeisiin. Tulee kuitenkin muistaa, että malli on aina yksinkertaistettu ja yleistetty kuvaus käytännöstä. Ohjelma kasvattaa metsikköä turvemailla Tapion vuoden 2007 Hyvän metsänhoidon suositusten turvemaille mukaisesti toteuttaen lähtötilanteesta riippuen seuraavat toimenpiteet: varhaisperkaus, taimikonharvennus, harvennusmallien mukaiset harvennukset sekä päätehakkuun. (Metsäntutkimuslaitos 2015.)

Tässä tutkimuksessa, jonka kasvatuksen lähtötilanteena on nuori kasvatusmetsikkö, merkitystä on harvennusmalleilla ja päätehakkuun ajankohdalla. Ohjelmaan

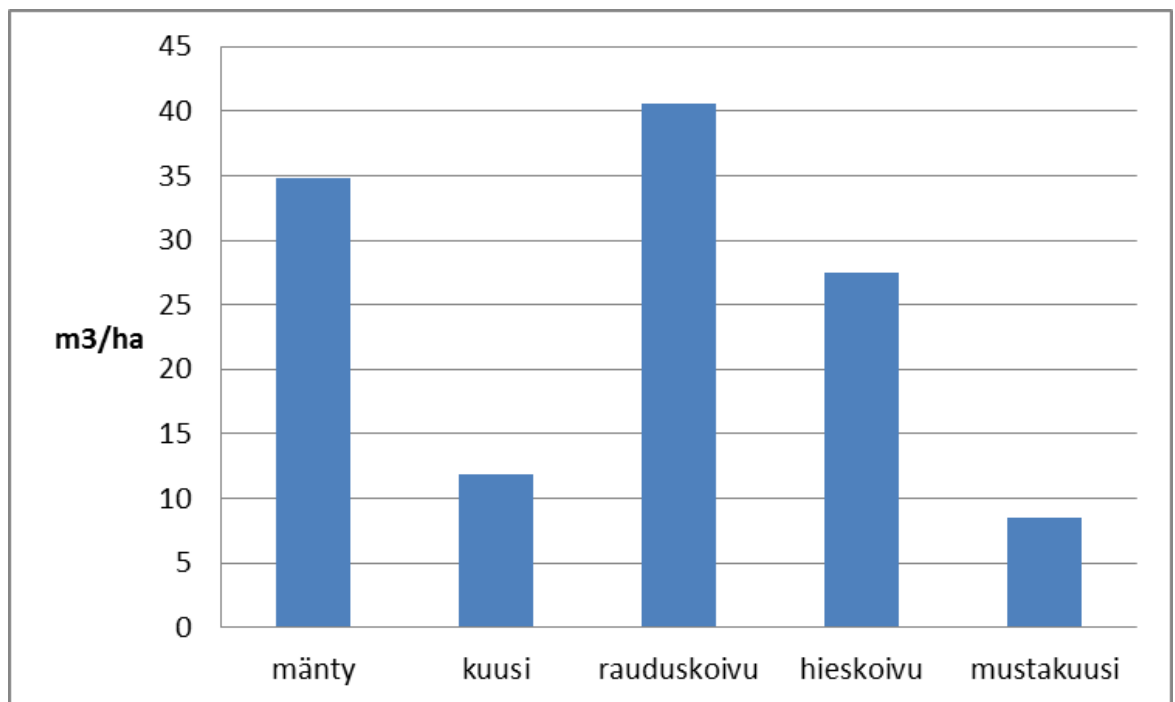
syötettiin MetsäMitta-ohjelmalla lasketut pohjapinta-ala, pohjapinta-alalla painotetut keskiläpimitta ja keskipituus sekä runkoluku. Lisäksi ohjelmaan syötettiin kasvupaikkatiedot. Motti-ohjelmalla laskettiin metsikön tuotos koko kiertoajan loppuun sekä runkotilavuutena että biomassoina. Ohjelmisto käyttää biomassojen laskennassa Repolan yhtälöitä. Runkotilavuus ilmoitetaan kuutiometreinä. Biomassatuotos ilmoitetaan kilogrammoina sekä kuutiometreinä. Motti-ohjelmalla on laskettu myös tuotosten rahallinen arvo. Motti-ohjelman tuloksista laskettiin puulajien kuivatuoretiheydet jakamalla biomassatuotos (kg) tilavuustuotoksella (m^3). Kuivatuoretiheysarvoja käytettiin Repolan yhtälöillä laskettujen mittaushetken biomassojen kilogrammatuotosten muuntamiseen kuutiometreiksi. Puuston kiertoajan keskimääräiset vuosituotokset laskettiin jakamalla koko kiertoajan tuotokset metsikön kiertoajalla.

4 TULOKSET

4.1 Runkopuun tuotos

Tuotosten tarkastelussa täytyy huomioida mahdollinen puutteellinen heinäys ja taimikonhoito sekä muut taimien menestymiseen vaikuttavat seikat, kuten ravinnepuutokset ja hallanvauriot.

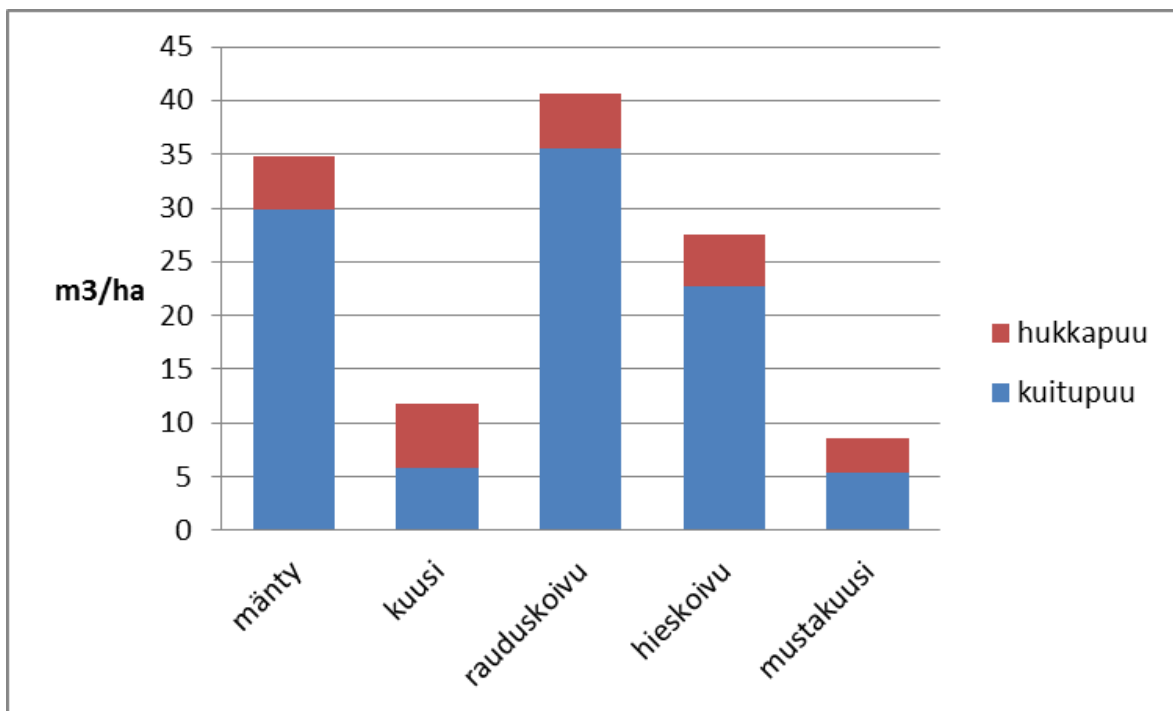
Mittaustulosten perusteella alueen parhaiten menestynyt puulaji on rauduskoivu, jonka kiintotilavuus mittaushetkellä oli 41 m³/ha. Toiseksi parhaiten on menestynyt mänty, jonka kiintotilavuus oli 35 m³/ha. Hieskoivun kiintotilavuus oli 28 m³/ha. Heikoiten ovat menestyneet kuusi ja mustakuusi. Kuusen kiintotilavuus mittaushetkellä oli 12 m³/ha ja mustakuusen tilavuus 9 m³/ha. (Kuvio 3.)



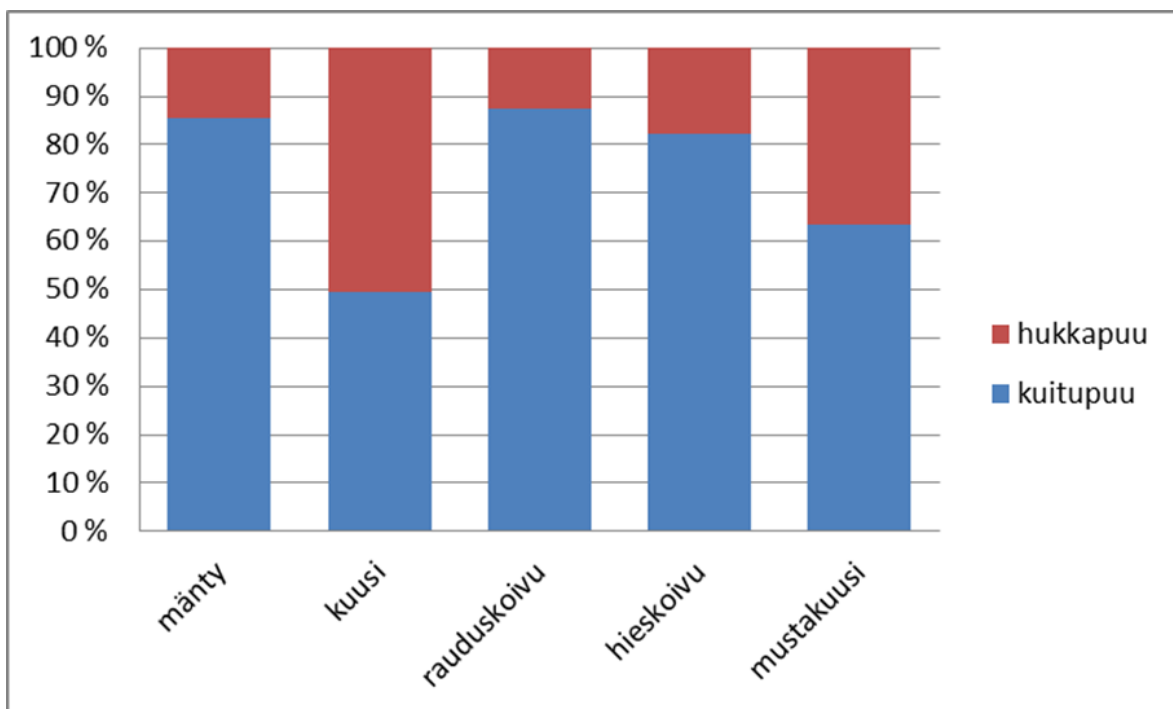
Kuvio 3. Runkotilavuus

Käyttöpuun tuotoksessa ei ole suuria suhteellisia vaihteluita kolmen parhaiten menestyneen puulajin suhteen. Käyttöpuun tilavuus rauduskoivikossa oli 36 m³/ha, männikössä 30 m³/ha ja hieskoivikossa 23 m³/ha. Rauduskoivikosta ja männiköstä saatiin laskennoissa suurimmat käyttöpuuprosentit. Rauduskoivikon kuitupuuosuus oli 87 % ja männikön 86 %. Hieskoivikon kuitupuuosuus oli 82 %. Heikom-

min menestyneissä kuusikossa ja mustakuusikossa kuitupuuosuudet jäivät alhaisemmiksi. Kuusikon kuitupuun tilavuus oli 6 m³/ha ja mustakuusikon 5 m³/ha. Mustakuusikon kuitupuuosuus oli kuitenkin 63 % eli parempi kuin kuusikon, jonka kuitupuuosuus oli ainoastaan 50 %. (Kuvio 4.; Kuvio 5.)

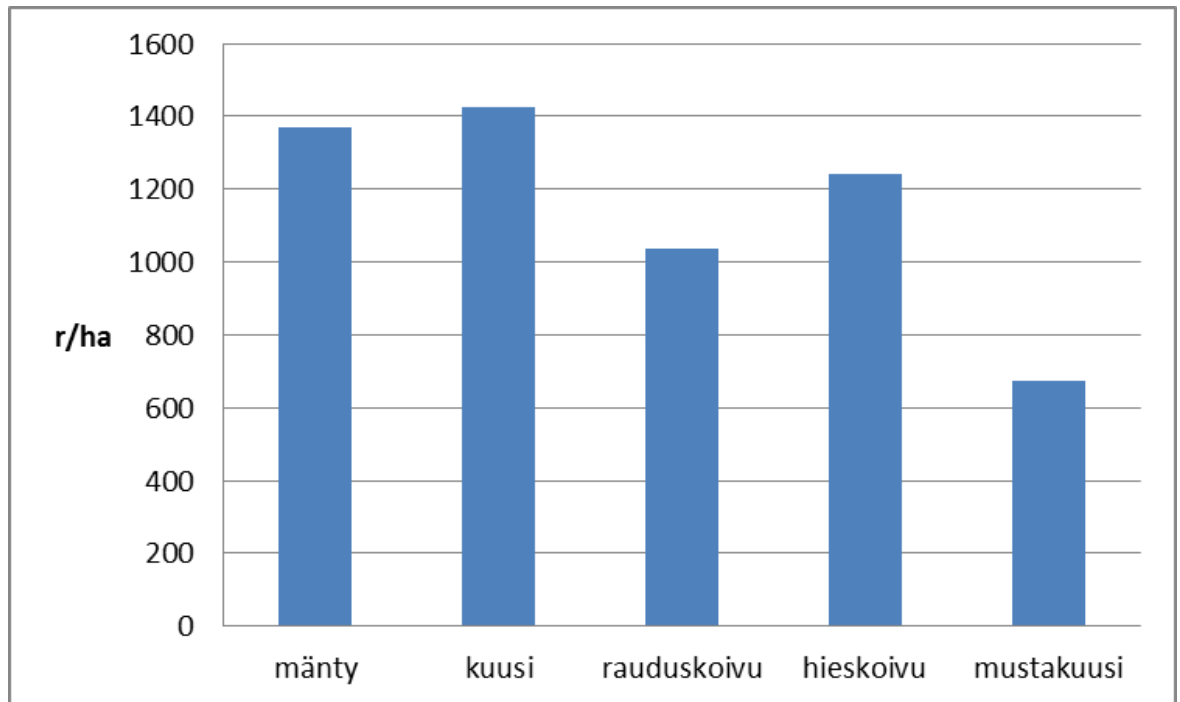


Kuvio 4. Käyttöpuun osuus kuutiometreinä



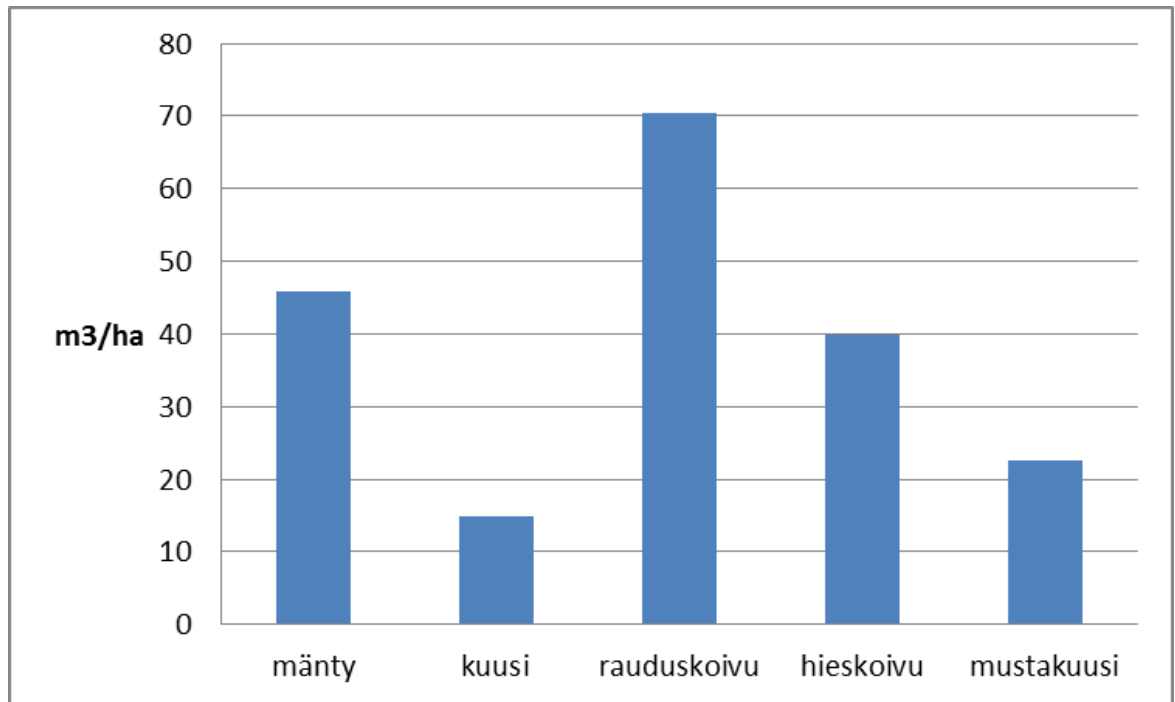
Kuvio 5. Käyttöpuun osuus prosentteina

Mittausajankohdan tiheydet vaihtelevat, vaikka oletuksen mukaan kaikilla puulajeilla on käytetty samaa viljelytiheyttä. Kuusikko oli kaikista tiheintä, 1424 runkoa hehtaarilla. Huomattavaa on, että siltikin kuusikon tuotos on jäänyt melko pieneksi. Harvinta tiheyttä, 676 r/ha edusti mustakuusikko, jonka tuotos olikin alhaisin. Männykän tiheys oli 1368 r/ha ja hieskoivikon 1243 r/ha. Rauduskoivikon tiheys oli mitauksissa 1038 runkoa hehtaarilla, mikä näyttää mahdollistaneen alueen parhaan tuotoksen. (Kuvio 6.)



Kuvio 6. Runkoluku

Tutkimuksessa tutkittiin myös simuloitua vaihtoehtoa, jossa oletetaan, että kaikki koealat on istutettu samaan 1800 runkoa hehtaarilla tiheyteen. Tässä vaihtoehdossa simuloidaan tilanne, jossa kaikki taimet ovat säilyneet hengissä ja taimikon varhaishoito on suoritettu asianmukaisesti. Tämä simulointi ei merkittävästi muuttanut puulajien tuotossuhteita. Järjestys on muutoin sama kuin todellisissakin tuloksissa paitsi, että mustakuusi osoittautui tavallista kuusta tuottoisammaksi. Koealojen tilavuudet simuloitulla 1800 r/ha tiheydellä ovat rauduskoivulla 70 m³/ha, männyllä 46 m³/ha, hieskoivulla 40 m³/ha, mustakuusella 23 m³/ha ja kuusella 15 m³/ha. (Kuvio 7.)

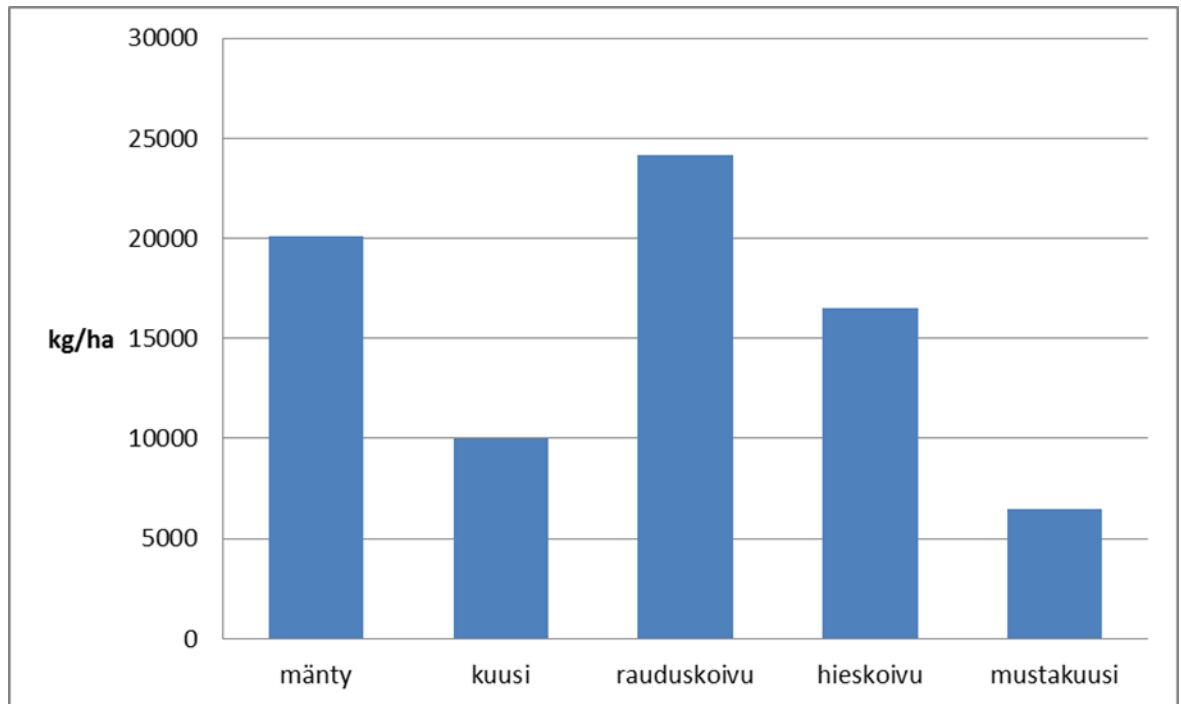


Kuvio 7. Simuloitu runkotilavuus 1800 r/ha

4.2 Biomassatuotos

Tutkimuksessa laskettiin alueen biomassatuotos mittaushetkellä käyttäen Repolan (2008; 2009) biomassayhtälöitä. Mittaustuloksista laskettiin maanpäällinen kokonaisbiomassa, johon kuuluu kaikki maanpäällinen biomassa. Ainoastaan kannot ja juuret eivät kuulu tähän tutkimukseen. Rauduskoivikon biomassatuotos oli tutkimuksen suurin 24 148 kg/ha. Toiseksi parhaiten menestyneen männikön tuotos oli 20 122 kg/ha ja hieskoivikon tuotos oli 16 514 kg/ha. Huonoiten menestyneiden kuusikon ja mustakuusikon maanpäällisen biomassan kokonaistuotokset olivat kuusikon osalta 9993 kg/ha ja mustakuusikon 6487 kg/ha. (Kuvio 8.)

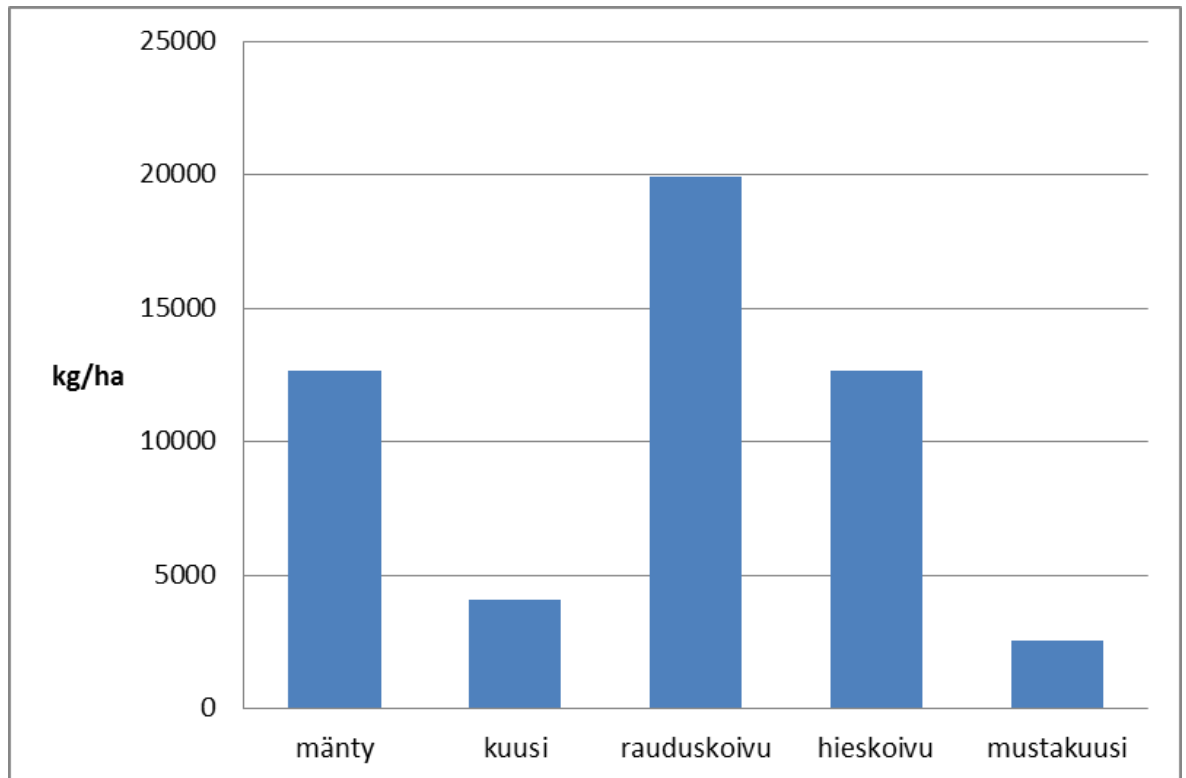
Tutkimuksessa muutettiin edellä käsitellyt biomassatuotokset kuutiometreiksi. Tätä varten laskettiin Motti-ohjelman avulla kullekin puulajille kuivatuoretiheydet (kg/m^3). Männikön maanpäällisen kokonaisbiomassan tiheys on 357 kg/m^3 , jonka perusteella kokonaisbiomassan tilavuus on $56 \text{ m}^3/\text{ha}$. Rauduskoivikon kokonaisbiomassan tiheys on 470 kg/m^3 ja hieskoivikon vastaavasti 468 kg/m^3 . Kokonaisbiomassojen tilavuudet ovat rauduskoivikossa $51 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja hieskoivikossa $35 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kuusikon kokonaisbiomassan tilavuus tiheydellä 410 kg/m^3 on $24 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja mustakuusikon tiheydellä 408 kg/m^3 $16 \text{ m}^3/\text{ha}$.



Kuvio 8. Maanpäällinen biomassa

Tutkimuksessa laskettiin erikseen rungon ja kuoren biomassa. Tässä tutkimuksessa käsitteeseen runkopuu sisältyy myös kuori. Rauduskoivun runkopuun mittaushetkinen biomassatuotos on 19 943 kg/ha. Männyn runkopuun biomassatuotos on 12 668 kg/ha ja hieskoivikon vastaavasti 12 653 kg/ha. Kuusikon biomassatuotos runkopuun osalta on 4077 kg/ha ja mustakuusikon tuotos jäi 2528 kilogrammaan hehtaaria kohden. (Kuvio 9.)

Motti-ohjelman mukaan männikön runkopuun kuivatuoretiheys on 327 kg/m^3 , jonka perusteella männikön runkopuun tilavuus on $39 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kuusikon kuivatuoretiheys on 375 kg/m^3 . Runkopuun tilavuus on tällöin $11 \text{ m}^3/\text{ha}$. Koivikoiden puuaines on havupuita tiheämpää. Rauduskoivikon kuivatuoretiheysluku on 466 kg/ha ja hieskoivikon 460 kg/ha . Rauduskoivikon runkopuun tilavuus on kuivatuoretiheysluvuilla laskettuna $43 \text{ m}^3/\text{ha}$, ja hieskoivikon runkopuun tilavuus on vastaavasti $28 \text{ m}^3/\text{ha}$. Mustakuusikon kuivatuoretiheysluvuksi saatiin 364 kg/ha , jonka perusteella mustakuusikon runkopuun tilavuus mittaushetkellä on $7 \text{ m}^3/\text{ha}$.



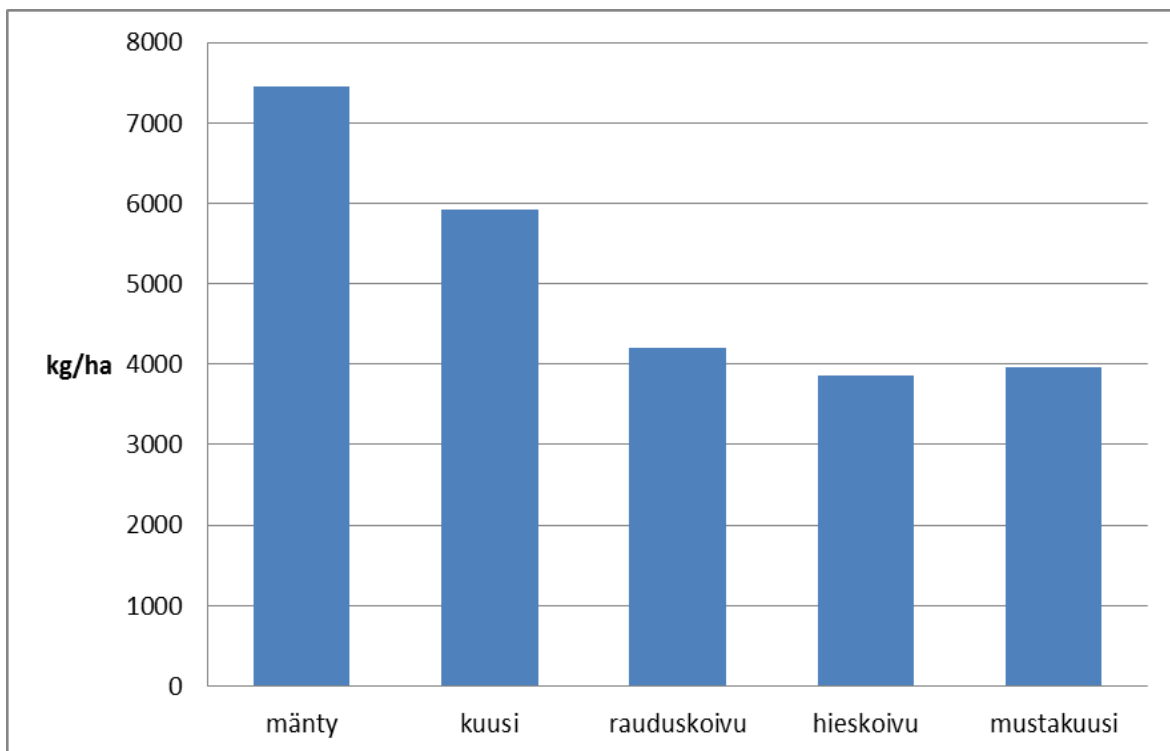
Kuvio 9. Runkopuun biomassa

Puulajien latvusmassojen määriä tarkasteltaessa huomataan, että havupuilla on suhteessa enemmän latvusmassaa kuin koivuilla. Männikön latvusmassan osuus on alueen suurin 7454 kg/ha. Toiseksi suurimpaan latvusmassan tuotokseen yltää muutoin heikosti menestynyt kuusikko. Kuusikon latvusmassan osuus on 5915 kg/ha. Rauduskoivikon tuotos latvusmassan osalta yltää juuri mustakuusikon edelle. Rauduskoivikon latvusmassan osuus on 4205 kg/ha ja mustakuusikon 3959 kg/ha. Pienin latvusmassan tuotos on hieskoivikossa 3861 kg/ha. (Kuvio 10.)

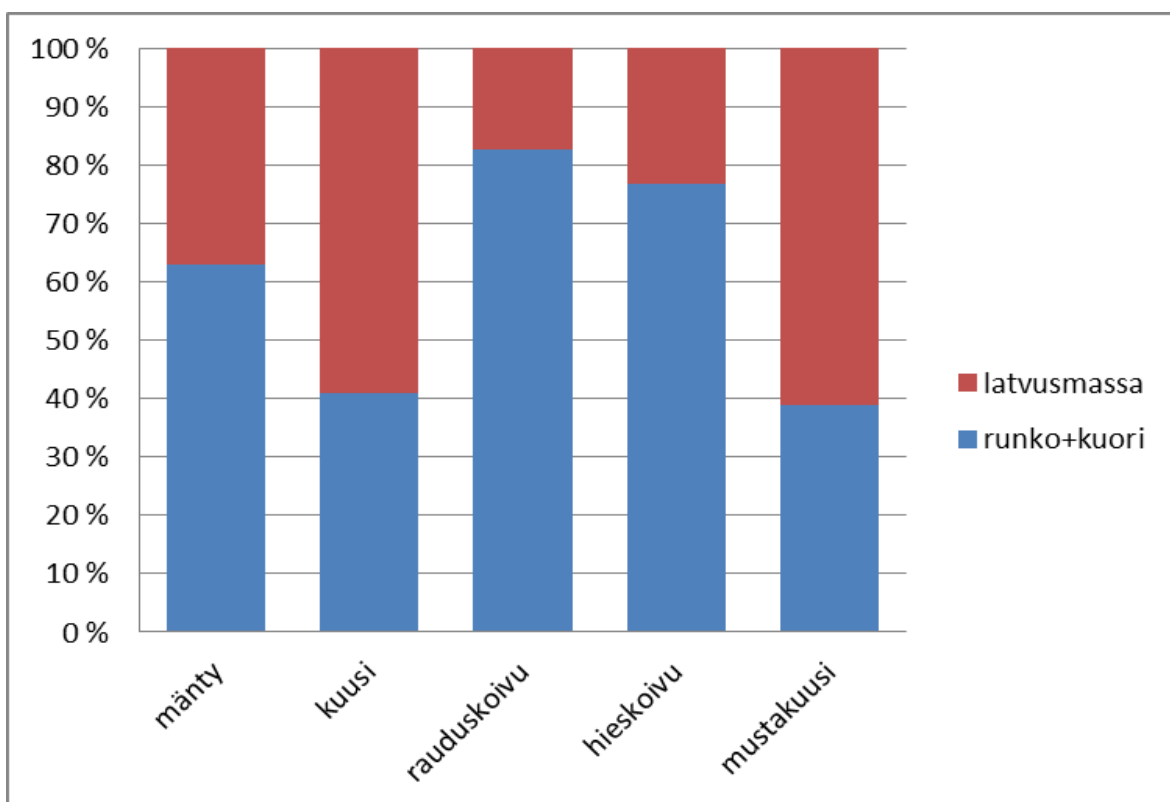
Latvusmassa osoittautui runkopuuta tiheämmäksi. Männikön latvusmassan tiheys on 410 kg/m^3 , jonka perusteella latvusmassan tilavuus on $18 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kuusikon latvusmassan tiheys on 446 kg/m^3 ja tilavuus $13 \text{ m}^3/\text{ha}$. Latvusmassan tiheys on rauduskoivikossa 483 kg/m^3 , jolloin latvusmassan tilavuus on $9 \text{ m}^3/\text{ha}$. Hieskoivikon latvusmassan tiheys on vastaavasti 490 kg/m^3 ja tilavuus $8 \text{ m}^3/\text{ha}$. Mustakuusikon latvusmassan tiheys on 450 kg/m^3 , jolloin tilavuudeksi saadaan $9 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Prosentuaalisesti suurin runkopuun osuus on mittaustulosten perusteella koivuilla. Rauduskoivikon runkopuun osuus on 83 % ja hieskoivikon 77 %. Männikön runkopuun osuus on 63 %. Kuusikoiden runkopuun tuotos on prosentuaalisesti heikoin, mihin vaikuttaa kuusen oksaisuus lehtipuihin verrattuna. Kuusikon runkopuun tuo-

tos on 41 % ja mustakuusikon vastaavasti 39 % maanpäällisestä kokonaisbiomassasta. (Kuvio 11.)



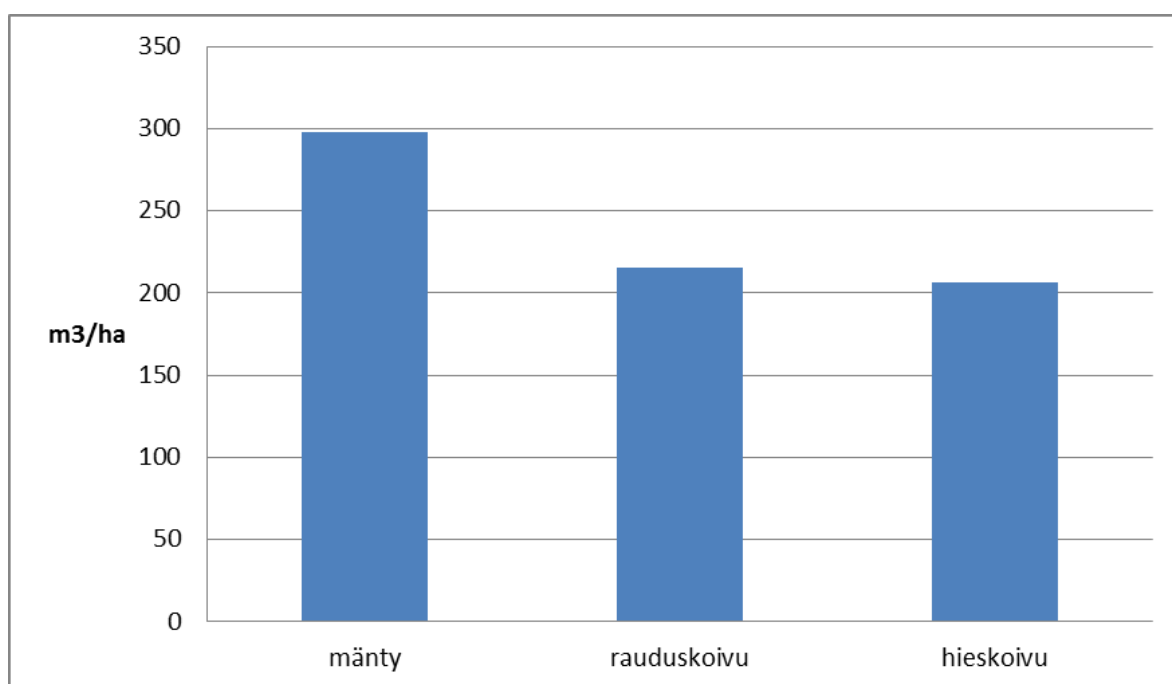
Kuvio 10. Latvussmassa



Kuvio 11. Runkopuun osuus prosentteina

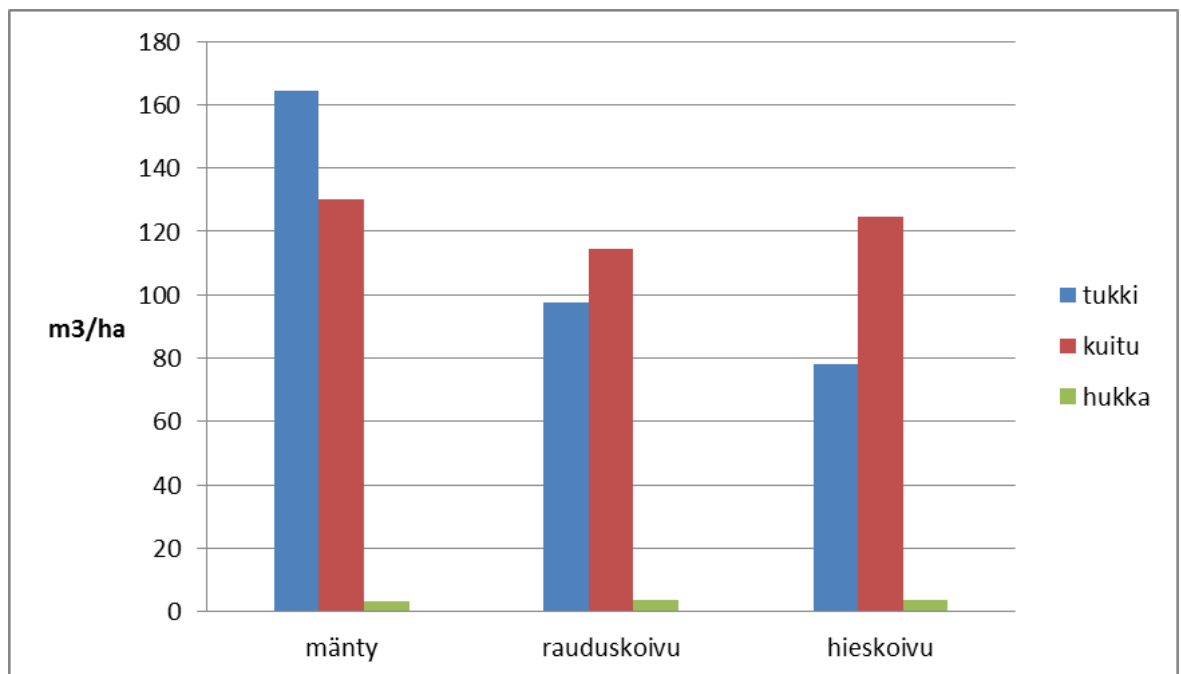
4.3 Runkopuun simuloitu tuotos kiertoajan loppuun

Tutkimuksessa simuloitiin puulajien tuotos kiertoajan loppuun kolmen parhaiten menestyneen puulajin osalta. Simulointi suoritettiin Motti-ohjelman version 3.2 avulla. Kuusikko ja mustakuusikko päätettiin jättää simuloimatta niiden heikon lähtötilanteen vuoksi. Männikkö, rauduskoivikko ja hieskoivikko simuloitiin Tapion metsänhoitosuosituksen mukaisen Motti-ohjelman oletuskasvatusvaihtoehdon mukaan. Alueen tarkka kasvupaikan luokittelu on ongelmallista, mutta joka tapauksessa alue on viljavaa turvemaata. Motti-ohjelmaan kasvupaikkatiedoiksi syötettiin pääryhmäksi metsämaa, alaryhmäksi turvemaata/korpi ja kasvupaikkatyypiksi lehtoturvekangas. Motti-ohjelma simuloi tämän tutkimuksen kohteena olevien koelajien kiertoaikojen pituudet seuraavasti. Männikön kiertoajan pituus on 90 vuotta, rauduskoivikon 51 vuotta ja hieskoivikon 59 vuotta. Kiertoaikojen pituuserot tulee ottaa huomioon tuotosten vertailussa. Tässä yhteydessä käsitellään runkopuun tuotosta, joka sisältää tukkipuun, kuitupuun sekä ainespuuksi kelpaamattoman hukkapuun. Simuloinnissa ei ole huomioitu luonnonpoistumaa. Simuloinnin perusteella männikkö ylittää suurimpaan runkopuun kokonaistuotokseen, joka on yhteensä 298 m³/ha. Koivikoiden tuotokset ovat melko tasaisia. Rauduskoivun runkopuun tuotos kiertoajan loppuun on 215 m³/ha ja hieskoivikon vastaavasti 206 m³/ha. (Kuvio 12.)



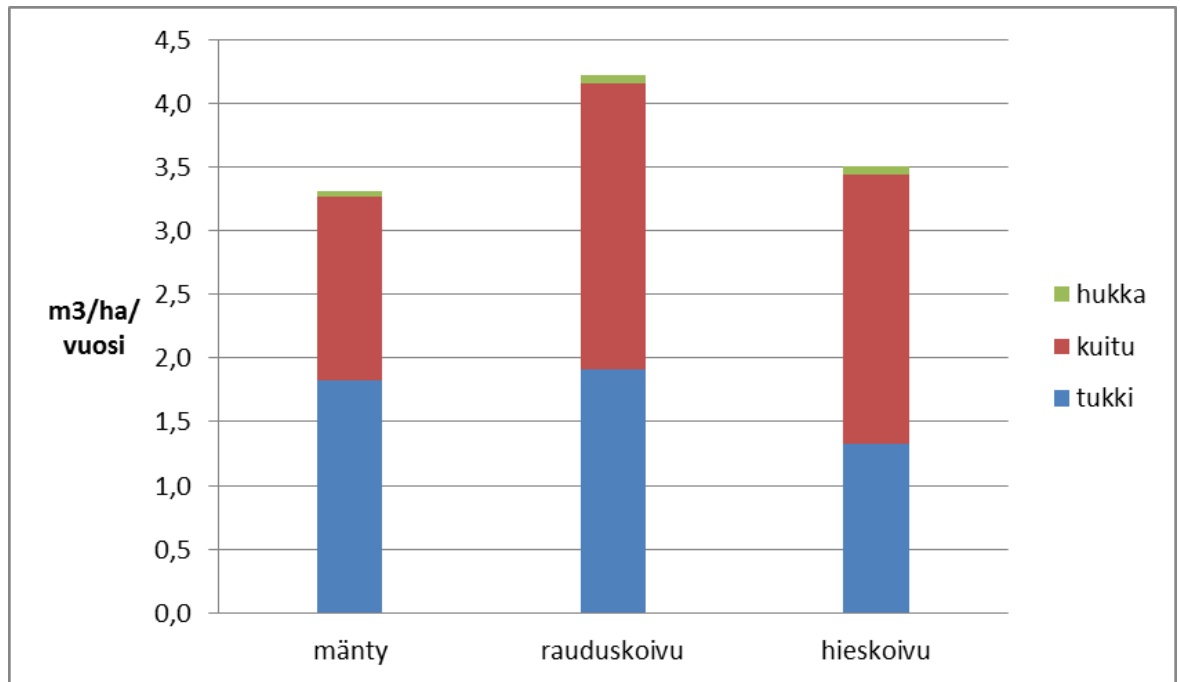
Kuvio 12. Runkopuun kokonaistuotos kiertoajan loppuun

Motti-ohjelman laskennoissa kuidun minimilatvaläpimitta oli 6 senttimetriä ja minimipituus 3 metriä jokaisella puulajilla. Tukin minimilatvaläpimitta oli 16 senttimetriä jokaisella puulajilla. Runkopuun puutavaralajiosuuksia tarkasteltaessa huomataan, että ainoastaan männikössä tukkipuuntuotos on kuitupuuntuotosta suurempi. Männikön tukkipuuntuotos koko kiertoajalle on $164 \text{ m}^3/\text{ha}$. Männikön kuitupuuntuotos on $130 \text{ m}^3/\text{ha}$, ja hukkapuun osuudeksi jää $3 \text{ m}^3/\text{ha}$. Rauduskoivikon tukkipuuntuotos on $97 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja kuitupuuntuotos $114 \text{ m}^3/\text{ha}$. Hieskoivikon tukkipuuntuotos on $78 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja kuitupuun osuus $125 \text{ m}^3/\text{ha}$. Molempien koivikoiden osalta hukkapuun tilavuus on $4 \text{ m}^3/\text{ha}$. Koko kiertoajan tukkipuuntuotos on männikössä 55 %, rauduskoivikossa 45 % ja hieskoivikossa 38 % kokonaistuotoksesta. (Kuvio 13.)



Kuvio 13. Runkopuun kokonaistuotos puutavaralajeittain

Männikön keskimääräinen vuosituotos on molempia koivikoita pienempi. Männikön kiertoajan keskituotos on $3,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$, rauduskoivikon $4,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$ ja hieskoivikon $3,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$. Männikkö tuottaa tukkia keskimäärin $1,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$. Rauduskoivikko vastaavasti $1,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$ ja hieskoivikko $1,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$. Kuitupuuntuotokset ovat männikön osalta $1,4 \text{ m}^3/\text{ha}$, rauduskoivikon $2,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$ ja hieskoivikon $2,1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$. (Kuvio 14.)



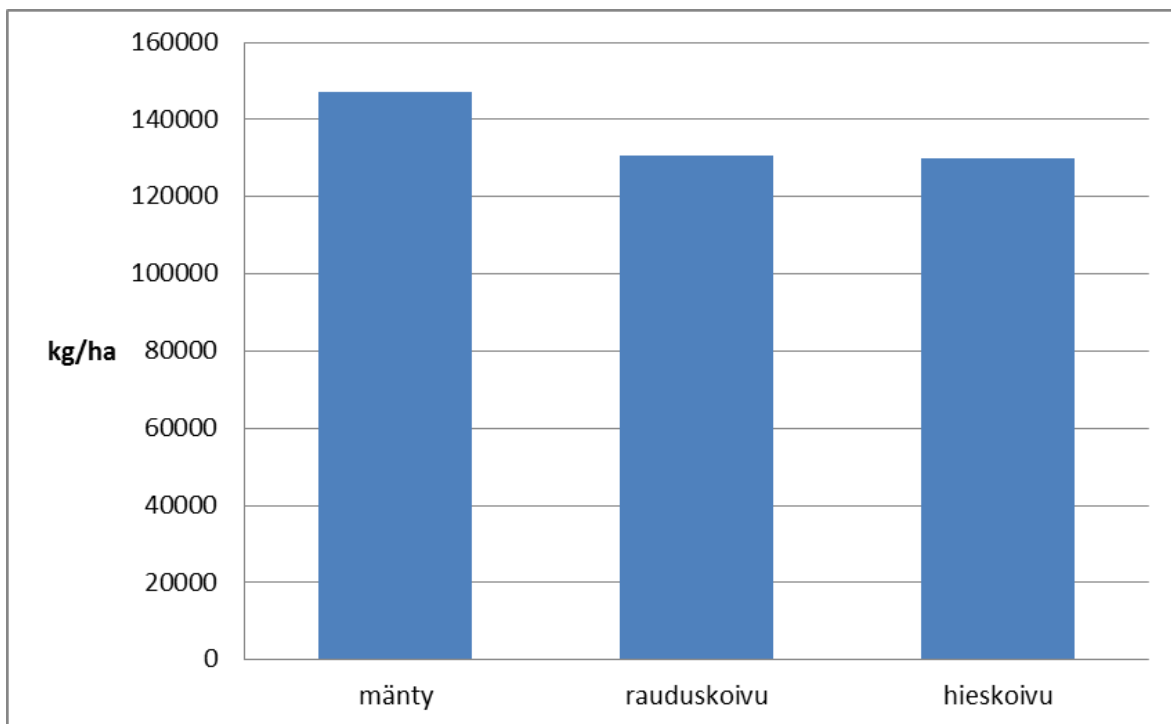
Kuvio 14. Runkopuun keskimääräinen vuosituotos

4.4 Biomassan simuloitu tuotos kiertoajan loppuun

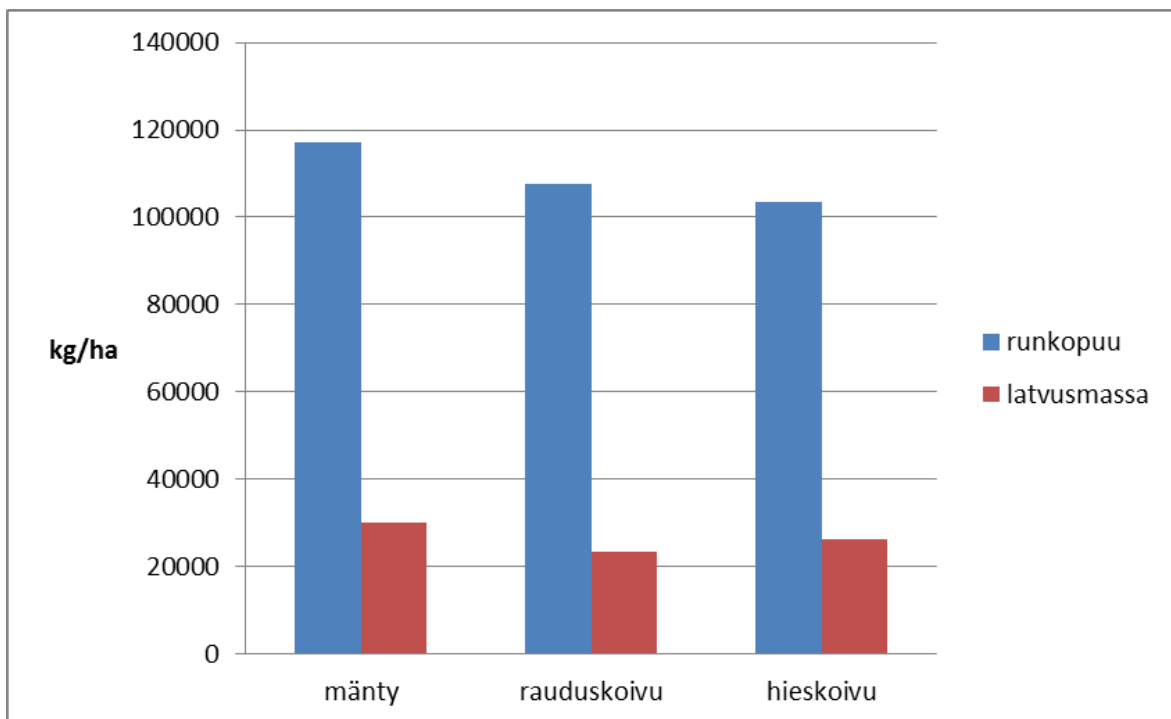
Puulajien biomassan kokonaistuotosta tarkasteltaessa suuruussuhteet ovat hyvin samankaltaiset kuin kiintotilavuuksien. Biomassan kokonaistuotokseen sisältyy kaikki muu puustobiomassa paitsi kannot ja juuret, joita ei tässä tutkimuksessa huomioida. Männikön kokonaisbiomassan tuotos on 147 000 kg/ha. Rauduskoivikon biomassan tuotos on 130 800 kg/ha ja hieskoivikon 129 900 kg/ha. (Kuvio 15.) Biomassan kokonaistuotokset ovat kuutiometreinä männikössä 369 m³/ha. Rauduskoivikon biomassan kokonaistuotos kuutiometreinä on 262 m³/ha ja hieskoivikon vastaavasti 259 m³/ha.

Runkopuun osuus kokonaisbiomassasta on hyvin samansuuruinen simuloitujen puulajien osalta. Männikön runkopuun biomassatuotos on 117 100 kg/ha. Rauduskoivikon tuotos runkopuun biomassan osalta on 107 600 kg/ha ja hieskoivikon 103 600 kg/ha. Männikössä latvusmassaa on laskelmien perusteella 29 900 kg/ha. Rauduskoivikossa latvusmassaa on 23 200 kg/ha ja hieskoivikossa 26 300 kg/ha. Männikön kokonaisbiomassasta runkopuun osuus on 80 %, rauduskoivikossa 82 % ja hieskoivikossa vastaavasti 80 %. Latvusmassojen tilavuudet kuutiometreinä

ovat männikössä 71 m³/ha, rauduskoivikossa 46 m³/ha ja hieskoivikossa 53 m³/ha. (Kuvio 16.)

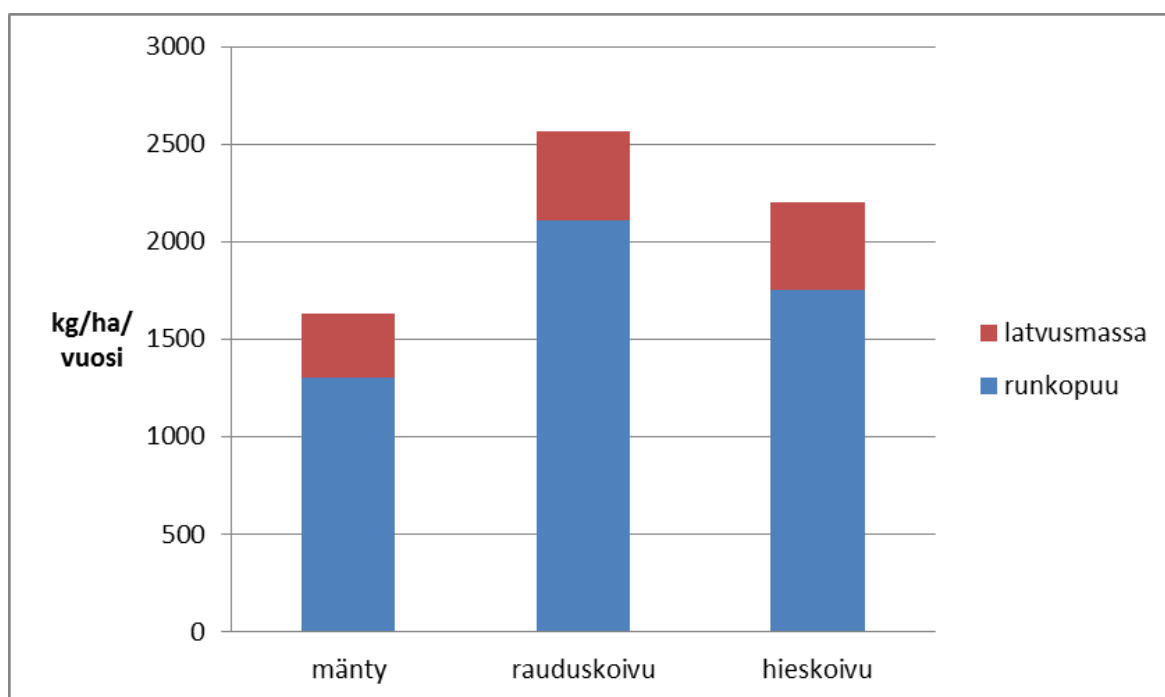


Kuvio 15. Biomassan kokonaistuotos kiertoajan loppuun



Kuvio 16. Biomassan kokonaistuotos, runkopuu ja latvusmassa eroteltuna

Biomassan keskimääräistä vuosituotosta tarkasteltaessa molemmat koivikot yltävät männikköä suurempaan tuotokseen. Rauduskoivikon biomassan keskimääräinen kokonaistuotos on 2565 kg/ha/vuosi. Hieskoivikon vastaava tuotos on 2202 kg/ha/vuosi ja männikön 1633 kg/ha/vuosi. Rauduskoivikko tuottaa runkopuuta 2110 kg/ha/vuosi ja latvusmassaa 455 kg/ha/vuosi. Hieskoivikon runkopuun biomassatuotos on 1756 kg/ha/vuosi ja latvusmassatuotos 446 kg/ha/vuosi. Männikön runkopuun biomassatuotos on 1301 kg/ha/vuosi ja latvusmassan 332 kg/ha/vuosi. Kokonaisbiomassan vuotuinen tilavuustuotos on männikössä 4,1 m³/ha/vuosi, rauduskoivikossa 5,1 m³/ha/vuosi ja hieskoivikossa 4,4 m³/ha/vuosi. Männikön latvusmassan keskimääräinen tilavuustuotos on 0,8 m³/ha/vuosi, rauduskoivikon 0,9 m³/ha/vuosi ja hieskoivikon 0,9 m³/ha/vuosi. (Kuvio 17.)



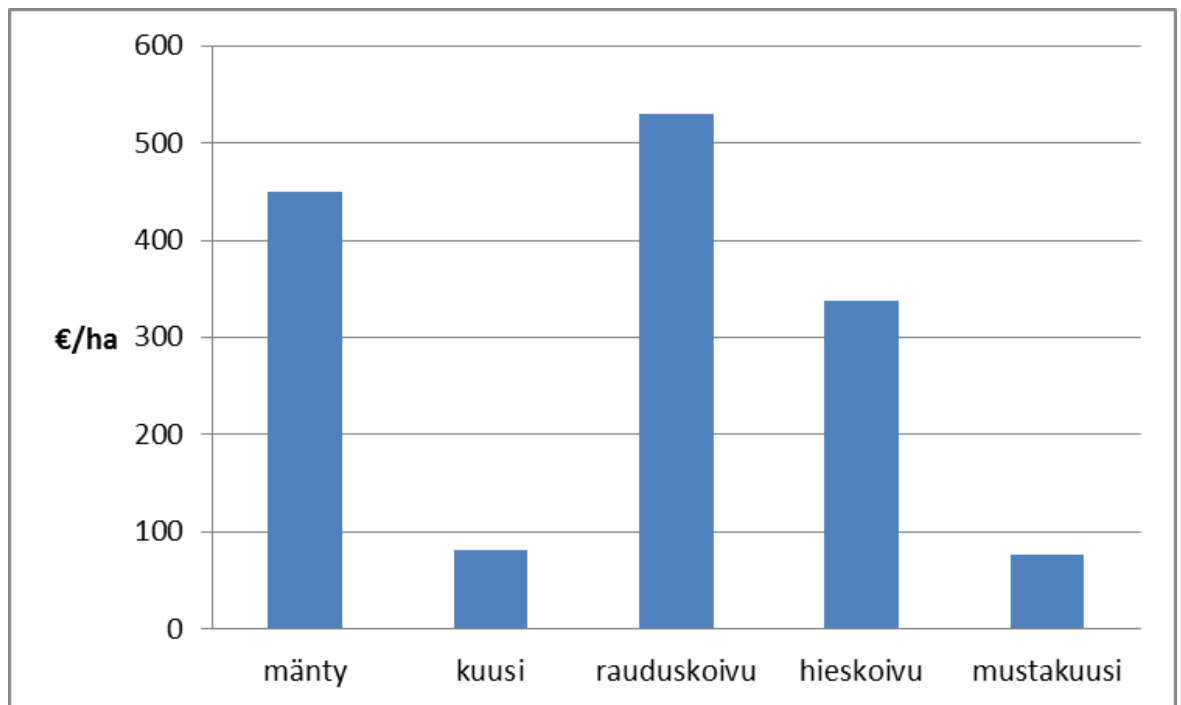
Kuvio 17. Biomassan keskimääräinen vuosituotos

4.5 Puuston tuotoksen rahallinen arvo

Puuston tuotoksen rahallinen arvo on määritetty nykyhetkeen MetsäMitta-ohjelmalla ja kiertoajan loppuun Motti-ohjelmalla. Puun hintoina on käytetty Metsäntutkimuslaitoksen puukauppa-tilaston vuosien 2012–2014 kantohintojen keskiarvoja (Liite 2). MetsäMitta-ohjelmaan on syötetty Metsäntutkimuslaitoksen ensiharvennushinnat. Mustakuusikuidulle käytetään kuusikuidun hintaa. Laskennoissa

käyttöpuulle ei ole määritetty hintaa, koska tässä työssä määritellään rahallinen arvo ainoastaan ainespuulle. Myös Motti-ohjelman tuloksissa on laskettu ainoastaan ainespuun arvo, koska simuloinnissa ei ole huomioitu mahdollista energia-puunkorjuuta. Motti-ohjelman laskennassa on käytetty 3 % korkokantaa, jonka avulla hakkuutulot on diskontattu nykyhetkeen. Tuloksista ei ole vähennetty mahdollisia metsänhoitokustannuksia. Laskennassa ei ole huomioitu tulevia puusukupolia eli ns. paljaan maan arvoa ei ole tuloksissa mukana.

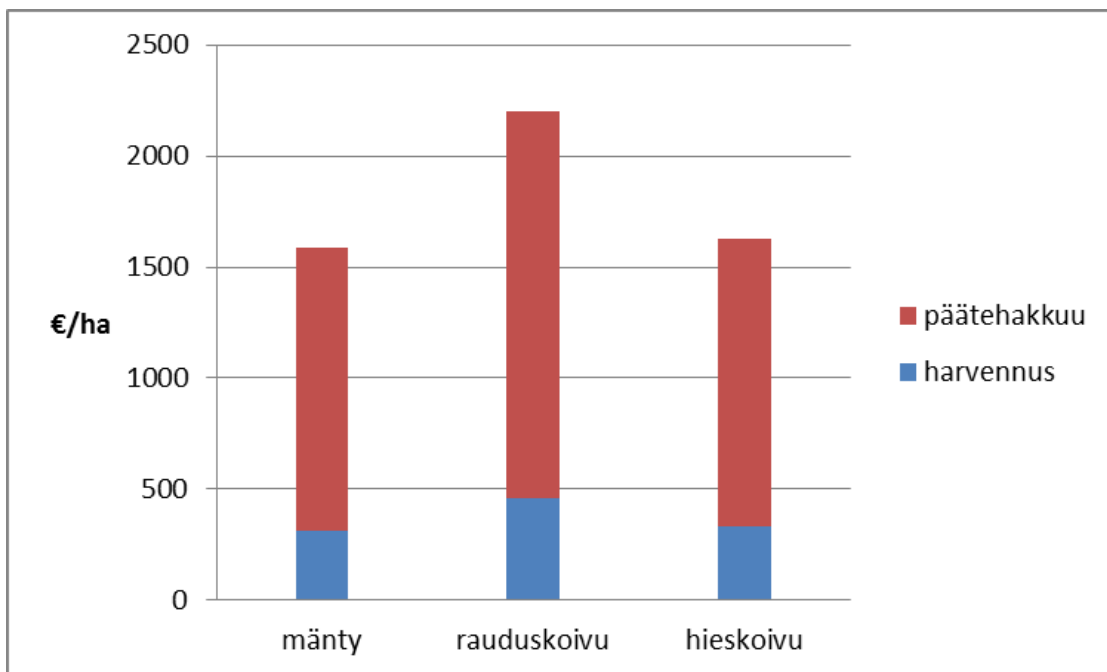
Mittaushetkinen puuston arvo tarkoittaa käytännössä kuitupuun arvoa. Männikön puuston arvo mittaushetkellä on 449 €/ha, kuusikon 82 €/ha, rauduskoivikon 529 €/ha, hieskoivikon 338 €/ha ja mustakuusikon 76 €/ha. Mittaushetkinen puuston arvo korreloi vahvasti koealojen kuitupuutuotoksen kanssa, koska kuitupuun ensiharvennushinnat ovat hyvin samansuuntaisia jokaisen puulajin kohdalla. (Kuvio 6.; Kuvio 18.)



Kuvio 18. Puuston arvo mittaushetkellä

Puuston nettotulojen nykyarvo koostuu harvennustuloista ja päätehakkuutuloista. Kaikille kolmelle simuloitulle koealalle Motti-ohjelma suosittelee yhtä harvennusta kiertoajalle. Rauduskoivikon nettotulojen nykyarvo yhteensä on 2197 euroa hehtaarilla ja männikön 1587 euroa hehtaarilla. Hieskoivikon nettotulojen nykyarvo on yhteensä 1629 euroa hehtaaria kohden. (Kuvio 19.) Laskelmat perustuvat viime

vuosien puun hintoihin. Koska tutkimuksen koealat ovat vielä metsikön kiertoajan alkupuolella, on mahdotonta ennustaa luotettavasti puunhintoja esimerkiksi 72 vuoden päähän, jolloin männikön päätehakkuu tulisi tehdä suositusten mukaan.



Kuvio 19. Puuston nettotulojen nykyarvo, 3 %

5 PÄÄTELMÄT

Työn tarkoituksena oli selvittää, mitkä puulajit ovat yltäneet parhaaseen tuotokseen metsitetyllä turvemaapellolla 18 vuoden aikana. Rauduskoivikon tuotos mittaushetkellä oli $41\text{ m}^3/\text{ha}$, männikön $35\text{ m}^3/\text{ha}$ ja hieskoivikon $28\text{ m}^3/\text{ha}$. Tuloksista voidaan päätellä, että rauduskoivu, mänty ja hieskoivu ovat menestyneet hyvin tutkitulla alueella. Tämän tutkimuksen perusteella tehdyt päätelmät ovat hieman ristiriidassa yleisten pellonmetsityssuositusten kanssa. Maapohjan rehevyys, alueen hyvä kuivatus, painomaan lisäys ja muokkauskerroksen korkea maatuneisuussaste selittänevät rauduskoivujen hyvän menestymisen. Rauduskoivuja ei muutoin suositella viljeltäväksi turvemailla. Mänty yltää rehevässä turvemaassa kohtalaiseen tilavuustuotokseen, mutta laatua ei ole tässä tutkimuksessa tarkasteltu tarkemmin. Hieskoivu menestyy rehevällä turvemaalla kohtalaisesti, mutta ei yllä rauduskoivun ja männikön tuotokseen. Kuusikon tuotos mittaushetkellä oli $12\text{ m}^3/\text{ha}$ ja mustakuusikon $9\text{ m}^3/\text{ha}$. Kuusi ja mustakuusi ovat menestyneet alueella heikosti, vaikka nimenomaisia puulajeja suositellaan rehevien turvemaiden metsitykseen. Kuusen ja mustakuusen heikko tuotos johtuu osittain hallanvaurioista, joten tämän tutkimuksen perusteella ei voida sanoa varmasti, miten nämä puulajit olisivat menestyneet ilman hallan aiheuttamaa haittaa. Vertailun vuoksi Pohjois-Savosta kerätyn aineiston mukaan koivikko voi yltää kivennäismaapelloilla 19 vuoden aikana yli $80\text{ m}^3/\text{ha}$ tuotokseen, kuusikko $60\text{ m}^3/\text{ha}$ ja männikkö lähes $60\text{ m}^3/\text{ha}$ tuotokseen (Hynönen & Saksa, 1997).

Pellon ominaisuuksiin vaikuttaa moni asia ja peltojen vertailu keskenään on epävarmaa. Tämän opinnäytetyön kohteena olevalle metsitetylle pellolle on lisätty painomaata, mikä on muuttanut pellon ominaisuuksia merkittävästi. Tulee myös muistaa, että pelkästään muutkin viljelytoimenpiteet ilman painomaan lisäystä muuttavat maan ravinnetaloutta niin, ettei alkuperäisen kasvupaikkatyypin eikä ympäröivien metsien perusteella voida tehdä varmoja päätelmiä maan ravinteisuudesta. Tulee huomioda myös, että tutkimuksessa käsitellyllä alueella esiintyi silmämääräisesti pääteltynä ravinteiden epätasapainoa. Runsastyyppisyys voidaan päätellä maatuneisuudesta ja voimakkaat ravinnepuutokset puiden kasvusta ja neulasista. Jotta voitaisiin tehdä luotettavia päätelmiä metsitettävälle pellolle parhaiten sopivasta puulajista, pellon viljelyhistoria tulisi tietää tarkkaan vuosikym-

menten ajalta, mikä useinkaan ei ole mahdollista. Vaihtoehtoisesti maaperästä pitäisi tehdä ravinneanalyysi, mikä on mahdollista, mutta maksullista. Tässä tutkimuksessa käsitellylle alueelle ei ole tehty ravinneanalyysia, koska sen tutkimista ei nähty tarpeelliseksi sovittaa enää tähän opinnäytetyöhön. Ravinteiden puutosta on mahdollista korjata lannoituksella.

Tämä tutkimus antaa suuntaviivoja, mitkä puulajit voivat menestyä rehevällä turvemaalla, mutta yksinomaan näiden tulosten perusteella ei tule tehdä päätöksiä metsityksessä käytettävässä puulajissa. Pellonmetsitystä suunniteltaessa tulee huomioida myös mahdolliset tuhot kuten hyönteistuhot, myyrätuhot, halla ja hirvituhot, joita ei ole tässä tutkimuksessa käsitelty. Myös alueen vesitalouden on oltava kunnossa. Peltomaalla heinäys on välttämätöntä taimien kasvun varmistamiseksi ja varhaisperkaus sekä myöhempi taimikonhoito on suoritettava tarvittaessa.

LÄHTEET

Aarnio, J & Rantala T. 1999. Peltojen luontaisen metsityksen yksityistaloudellinen kannattavuus. Metsätieteen aikakauskirja 1/1999, 25–37. [Verkkojulkaisu] Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 4.2.2015]. Saatavana:

<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff99/ff991025.pdf>

Arboretum Mustila. Picea mariana – mustakuusi. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.2.2015].

Saatavana: <http://www.mustila.fi/kasvit/PiceaMariana>

ForestCalc. 2009. Ohjelman käyttöohjeet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 25.3.2015].

Saatavana: http://www.forestcalc.com/ForestCalc_Ohjeet_1.pdf

Hynönen, T & Saksa, T. 1997. Metsitystulos Pohjois-Savon kivennäismaapelloilla. Metsätieteen aikakauskirja 2/1997, 165–180. [Verkkosivu]. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 19.5.2015]. Saatavana:

<http://www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa97/fa972165.htm>

Hytönen, J & Niemistö, P. 2008. Pellonmetsitys koivulla. Teoksessa: P. Niemistö, A. Viherä-Aarnio, P. Velling, H. Heräjärvä & E. Verkasalo. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttö. Helsinki: Metsäkustannus, 86.

Hytönen, J & Wall, A. 1997. Metsitettyjen turvepeltojen ja viereisten suometsien ravinnemäärät. Suo 48 (2), 33–42.

Metsäntutkimuslaitos. 2015. Motti-ohjelmiston käyttöohje versio 3.2. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 13.4.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/metinfo/motti/pdf/ohje-3-2.pdf>

Metsäntutkimuslaitos. 2015. Puukauppa. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2015]. Saatavana:

http://tilastot.metla.fi/index.asp?bmark=../DATABASE/01*;PUUKAUPPA/3VUOSITTAIN/01*;Kantohinnat-vuosittain&lang=FI&qv=Vuosi::last*;1%22Hinta-alue::all%22Hakkuutapa::all%22Puutavaralaji::all&case=db

Metsätilastollinen vuosikirja 2014. Pellonmetsitys 1969 – 2014. [Verkkojulkaisu]. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 5.2.2015]. Saatavana:

http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/taulukot/2014/luku03/14_0306.xlsx

Paikkatietoikkuna.fi. Kartta. [Verkkosivu]. [Viitattu 27.4.2015]. Saatavana:

<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta;jsessionid=FFCC31DE2310CBCE99A95EDF7857C3E>

- Repola, J. 2008. Biomass equations for birch in Finland. *Silva Fennica* 42 (4), 605–624. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.3.2015]. Saatavana: <http://www.silvafennica.fi/pdf/article236.pdf>
- Repola, J. 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica* 43 (4), 625–647. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.3.2015]. Saatavana: <http://www.silvafennica.fi/pdf/article184.pdf>
- Selby, A., Petäjäistö, L. & Koskela, T. 2002. Pellonmetsityksen vaikutuksista maaseudun kehitykseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002, 643–646. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff024643.pdf>
- Valkonen, S. 2008. Metsän uudistaminen. Teoksessa: S. Rantala. (toim.) *Tapion taskukirja*. Helsinki: Metsäkustannus, 162–163.
- Wall, A. 1998. Peltomaan muutos metsämaaksi – metsitettyjen peltomaiden ominaisuudet, kasvillisuuden kehitys ja lajimäärä. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 3/1998, 443–450. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff98/ff983443.pdf>
- Wall, A & Heiskanen, J. 1995. Metsitetyn peltomaan fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet sekä niiden vaikutus puuston kasvuedellytyksiin. Teoksessa: J. Hytönen & K. Polet. (toim.) *Peltomaiden metsitysmenetelmät*. Kannus: Metsäntutkimuslaitos, 133–148.
- Wall, A & Hytönen, J. 1996. Peltomaan vaikutus metsitetyn turvepellon ravinnemääriin. *Suo* 47 (3), 73–83.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. *Metsänhoidon suositukset*. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisu.

LIITTEET

Liite 1. Mittaustulokset

Liite 2. Puun hinnat

LIITE 1 Mittaustulokset

pvm	21.12.14	koealan sivut, m			
puulaji	mänty	19	20	19	20
nro	d1.3,cm	h,m	nro	d1.3,cm	h,m
1	4	5,1	41	7	
2	4		42	13	
3	9		43	11	5,9
4	13	7,4	44	11	
5	12		45	6	
6	9		46	11	7,1
7	10	7,2	47	13	
8	14		48	9	
9	8		49	10	6,7
10	12	7,2	50	10	
11	9		51	8	
12	8		52	6	4,1
13	8	6,5	53		
14	7		54		
15	4		55		
16	10	7,3	56		
17	11		57		
18	11		58		
19	4	4,3	59		
20	4		60		
21	13		61		
22	9	6,9	62		
23	6		63		
24	10		64		
25	9	5,7	65		
26	6		66		
27	8		67		
28	10	7	68		
29	8		69		
30	13		70		
31	7	5,3	71		
32	9		72		
33	9		73		
34	9	6	74		
35	13		75		
36	9		76		
37	5	5,1	77		
38	7		78		
39	7		79		
40	7	4,8	80		

pvm	18.1.15	koealan sivut, m			
puulaji	kuusi	16,55	16,55	16,55	16,55
nro	d1.3,cm	h,m	nro	d1.3,cm	h,m
1	8	4,8	41		
2	6		42		
3	6		43		
4	8	5,2	44		
5	6		45		
6	9		46		
7	5	2,6	47		
8	5		48		
9	3	2	49		
10	8		50		
11	5		51		
12	4		52		
13	8	4,5	53		
14	3		54		
15	8		55		
16	11	6,1	56		
17	3		57		
18	7		58		
19	8	5,2	59		
20	10		60		
21	3		61		
22	4	3,2	62		
23	9		63		
24	3		64		
25	2	2	65		
26	2		66		
27	4		67		
28	7	4,1	68		
29	2		69		
30	3		70		
31	6	3,3	71		
32	5		72		
33	6		73		
34	5		74		
35	5	2,9	75		
36	5		76		
37	7		77		
38	7	3,8	78		
39	3		79		
40			80		

pvm	21.12.14	koealan sivut, m			
puulaji	raudusk.	25	24	25	24
nro	d1.3,cm	h,m	nro	d1.3,cm	h,m
1	9	9,7	41	5	
2	11		42	10	
3	12		43	10	10,6
4	15	10,5	44	9	
5	5		45	14	
6	14		46	8	8,1
7	9	10,5	47	11	
8	9		48	9	
9	11		49	8	9,2
10	13	11,6	50	17	
11	10		51	12	
12	10		52	10	10,7
13	6	8	53	8	
14	11		54	8	
15	8		55	11	9,9
16	5	6,5	56	10	
17	10		57	10	
18	11		58	9	10,4
19	10	10,8	59	10	
20	12		60	6	
21	12		61	9	10,1
22	4	6,8	62	4	
23	10		63		
24	6		64		
25	13	11,5	65		
26	12		66		
27	6		67		
28	9	9,1	68		
29	9		69		
30	11		70		
31	10	10,2	71		
32	11		72		
33	5		73		
34	8	8,3	74		
35	7		75		
36	14		76		
37	15	11,2	77		
38	9		78		
39	10		79		
40	11	10,8	80		

pvm	21.12.14	koealan sivut, m			
puulaji	hieskoivu	45,5	12,55	45,5	12,55
nro	d1.3,cm	h,m	nro	d1.3,cm	h,m
1	9	8,6	41	11	
2	13		42	7	
3	12		43	11	7,2
4	5	7,4	44	9	
5	4		45	9	
6	11		46	10	7,5
7	11	8,7	47	9	
8	7		48	8	
9	9		49	5	5,3
10	13	8,6	50	9	
11	11		51	8	
12	9		52	9	7,5
13	5	6,2	53	10	
14	7		54	9	
15	9		55	9	8,4
16	9	7,3	56	8	
17	3		57	7	
18	8		58	8	6,4
19	8	7,1	59	8	
20	6		60	9	
21	6		61	9	6,6
22	8	7,4	62	8	
23	4		63	9	
24	7		64	8	7,1
25	8	7,2	65	5	
26	10		66	8	
27	7		67	8	7,1
28	8	5,8	68	4	
29	9		69	9	
30	7		70	9	7,6
31	9	9,1	71	9	
32	9		72		
33	10		73		
34	9	6,6	74		
35	11		75		
36	10		76		
37	8	6,6	77		
38	8		78		
39	11		79		
40	8	6	80		

pvm	18.1.15	koealan sivut, m			
puulaji	mustak.	22,1	27,4	22,1	27,5
nro	d1.3,cm	h,m	nro	d1.3,cm	h,m
1	10	3,8	41	6	
2	6		42		
3	6		43		
4	6	3,8	44		
5	7		45		
6	9		46		
7	8	4	47		
8	8		48		
9	7		49		
10	6		50		
11	6		51		
12	7	3,7	52		
13	9	4,8	53		
14	12		54		
15	4	2,6	55		
16	6		56		
17	8		57		
18	5		58		
19	5		59		
20	3	2,5	60		
21	5	3,3	61		
22	4		62		
23	6		63		
24	10	3,8	64		
25	9		65		
26	10		66		
27	9	4,2	67		
28	3		68		
29	5		69		
30	6	3,7	70		
31	9		71		
32	6		72		
33	6	3	73		
34	9		74		
35	5		75		
36	10	5,1	76		
37	13		77		
38	8		78		
39	5		79		
40	4	3,1	80		

